

قررت وزارة المعارف العمومية استعمال هذا الكتاب بالمدارس الثانوية

# الجيولوجيا

تأليف

الدكتور

سبحان الدين

B. Sc., Ph. D., F.G.S. etc.

وكيل مصلحة الناجم والمهاجر



غنى النسخة ٣٠

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف



( الطبعة الاولى )

١٣٤٧ هـ - ١٩٢٩ ميلادية

يطلب هذا الكتاب من المكتبة الحديثة بشان خيرت بالعمارة

٧٠٠٠/٢٩/٢٧١٥ مصر م







قررت وزارة المعارف العمومية استعمال هذا الكتاب بالمدارس الثانوية

# الجيولوجيا

تأليف

الدكتور

محمد جبار الدين

B. Sc., Ph. D., F.G.S. etc.

وكيل مصلحة المناجم والمحاجر



نسخة ٢٠

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف



( الطبعة الاولى )

١٣٤٧ هـ - ١٩٢٩ ميلادية

يطلب هذا الكتاب من المكتبة الحديثة بشارع خيرت بالقاهرة

م. مصر ٧٠٠٠ / ٢٩ / ٢٧١٥



## مقدمة

وضع هذا الكتاب ليسد فراغا طالما أحس به المشتغلون بالعلوم الطبيعية وأريد منه أن يتمشى في حدود البرنامج الذى وضعت وزارة المعارف العمومية لدراسة الجيولوجيا كفرع من فروع التاريخ الطبيعى فى المدارس الثانوية .

ولقد ترددت طويلا بين أن أقصره على استعراض المبادئ الأساسية للعلم بحيث يتسنى للطالب استيعابها فى العدد القليل من الدروس المخصصة له وبين أن أتبسط قليلا فى الشرح حتى تتاح للطالب فرصة تفهم تلك المبادئ وليستعين به المدرس فى التفسير .

وإذ كان القصد منه أن يلائم الطلبة المصريين بوجه خاص فكان لا بد أن يقوم الشرح على هذا الاعتبار . ولما كانت مراجع هذا العلم التى فى متناول الأستاذ والطالب هى جلها أجنبية وضعت عن البلاد التى كتبت بلغاتها فقد آثرت مضطرا أن أترك الاختصار جانبا وأن أتبسط قليلا فى الشرح مع طبع هذا الزائد عن برنامج الدراسة بحروف أصغر حجما من باقى الكتاب .

هذا ولما كان اعتماد الجيولوجيا على النظر والملاحظة قبل كل شئ آخر فقد حلّى الكتاب بكثير من الرسوم والصور الفوتوغرافية وتوخيت جعلها مصرية كلما استطعت . كذلك وضعت فى نطاق باخر

( ٥ )

الكتاب خريطة جيولوجية للقطر المصرى يُنتت عليها التكاوين  
الجيولوجية المختلفة بمختلف الألوان . وقد رأينا عدم لصقها فى الكتاب  
لسهولة الرجوع إليها .

هذا وانى أتقدم لحضرات الأساتذة الذين سيعهد اليهم تدريس  
الجيولوجيا بالمدارس الثانوية راجيا أن يتفضلوا فيحيطونى علما بكل ما قد  
يصادفهم فيه من غموض أو قصور حتى نعمل على اصلاحه فى الطبعات  
القادمة .

وقبل أن أختم كلمتى هذه أرجو أن أُسجل خالص الشكر لحضرة  
الاستاذ الفاضل محمود حسن حسانين افندى المدرس بمدرسة المعلمات  
السنية لتفضله بتنقيح لغة الكتاب ولحضرة صاحب العزة مدير مطبعة  
مصر ومساعديه الفنيين على المجهود الذى بذلوه حتى صدر الكتاب فى  
حلتة القشبية كما اتى مدين بالشكر لبعض حضرات موظفى مصلحة المناجم  
والقسم الجيولوجى بمصلحة المساحة على المساعدات التى قدموها لى عن  
طيب خاطر فى اعداد الكتاب ورسومه .

المؤلف

المعادى فى ٢٦ يوليو سنة ١٩٢٩



## بيانه لا بد منه

### عن الصور الفوتوغرافية المستعملة بالكتاب

أغلب ما فى هذا الكتاب من صور فوتوغرافية هى من صنع المؤلف وبعضها استعارها من بعض الزملاء المشتغلين بالجيولوجيا والتعدين بالقطر المصرى . نخص بالشكر منهم الدكتور هيوم والمستر بيدنل والمستر مرمى من موظفى مصلحة المساحة المصرية والمستر جنكنز من موظفى مصلحة المناجم .

أما الصور التى تمثل ظواهر طبيعية غير معروفة بالقطر المصرى فقد قلناها عن أدق مصادرها الأجنبية . وهاك بيانها اعترافاً بالفضل والشكر للمؤلفين الذى قبلت عنهم : —

المصدر للنقولة عنه	رقم الصورة	اللوحة
Haug, Traité de Géologie. I	ا	١٥
do. do.	ا	١٦
Marr, Introduction to Geology.	ب	٤
Hang, Traité de Géologie, I	اوب	١٧
Davison, The Origin of Earthquakes, (Cambridge Univ. Press).		١٨
Clement Reid, Submerged Forests (Cambridge Univ. Press)	ب	١٩
Grégory, Geology. (Dent's Scientific Primers)	اوب	٢٣

# تصحيح أخطاء مطبعية

نلفت النظر الى بعض أخطاء بسيطة تسربت وقت الطبع



صحيفة	سطر	الخطأ	الصواب
٧	١٦	لميحط	لمحيط
١٦	١٤	ولبورتهما	ولبوراتها
١٧	١٥	بالشكل رقم ٢٨	بالشكل رقم ٨
٤٩	٢	اللوحة الحادية عشر	الثالثة عشر
٥٤	١٩	» »	» »
٦٦	١٤	شكل حبيباتها	في شكل حبيباتها
١٢٢	٢٢	رقم ٩٥	رقم ٦٧
١٢٣	١٨	على العمل	على الحل
١٣٢	٣	Visuvius	Vesuvius
١٣٦	١٠	جزائر موريس	جزائر موريشس
١٤١	١٢	عام ١٠٩٥	عام ١٩٠٥
١٥١	٤	seal - evel	sea - level
١٦٦	١٢	والجزوع	والجذوع
١٧٣	١١	طقات	طبقات
١٧٩	١٦	لصناعة	ولصناعة
١٨١	٢٠	من أجزاء	من جزاء
١٨٣	٢	عظيا	عظا

( ٥ )

# فهرس الكتاب

صفحة

١	تمهيد - علم الجيولوجيا وفوائده
٣	الباب الأول - معلومات عامة عن الكرة الأرضية
١١	الباب الثاني - تركيب القشرة الأرضية (ملاحظات عامة)
١٢	المعادن - خواص المعادن
٢٣	وصف أم المعادن الشائعة
٣٧	الصخور - ملاحظات عامة
٤٠	الصخور النارية
٥٦	الصخور الرسابية
٧٨	الصخور المتحولة
	الباب الثالث - العوامل المؤثرة في القشرة الأرضية
٨٢	(ملاحظات عامة)
٨٤	العوامل الخارجية - التربة
٨٥	تغير درجات الحرارة
٨٦	الرياح
٨٩	المطر
٩٢	المياه العاترة في الأرض
٩٧	السيول
١٠٠	الانهيار والوديان
١٠٩	البحيرات
١١٠	البحار والمحيطات
١١٨	الصقيع والجليد والتنج
١٢٥	الكائنات الحية

١٣٥	العوامل الداهية — البراكين
١٣٧	الظواهر الشبيهة بالبركانية
١٤٠	الزلازل
١٤٩	التقلصات الأرضية البطيئة
١٥٥	ميل طبقات الصخور الراسبة
١٥٦	الانثناء والتجعيد
١٥٩	الفوالق

## ١٦٢ الباب الرابع — التاريخ الجيولوجى للكرة الأرضية

١٦٣	قانون تمايز الطبقات
١٦٦	الحفريات
١٧١	الزمن الجيولوجى وتقسيمه الى أحقاب وعصور
١٧٤	الكرة الأرضية قبل الزمن الجيولوجى
١٧٧	الحقب الابتدائى ( الاركى )
١٨٠	حقب الحياة القديمة ( الباليوزويك )
١٨٣	الفحم الحجري وتكوينه
١٨٥	حقب الحياة الوسطى ( الميزوزويك )
١٩٢	حقب الحياة الحديثة ( السكاينوزويك )
٢٠١	زيت البترول وتكوينه
٢٠٦	الانسان فى العصور الجيولوجية

## ٢١٢ الباب الخامس التركيب الجيولوجى للقطر المصرى وحوض النيل

٢١٢	كلمة تمهيدية عامة عن طبيعة حوض النيل وتركيبه الجيولوجى
٢١٥	موجز الوصف الجغرافى والجيولوجى للأراضى المصرية
٢٢٠	بيان الحوادث الجيولوجية التى تمايزت على الأراضى المصرية
٢٢٣	موجز عن الثروة المعدنية بالقطر المصرى
٢٢٥	زيت البترول
٢٢٨	الفوسفات
٢٢٩	المنجنيز
٢٣٠	الغرة
٢٣٠	الذهب
٢٣٢	أحجار الزخرفة والبناء

# تمهيد



## الجيولوجيا

أو علم الأرض يبحث كل ما يختص بالكرة الأرضية من حيث تركيبها وكيفية تكوينها والحوادث التي تعاقبت عليها من عهد نشأتها الأولى وفي العوامل الداخلية والخارجية التي وصلت بها إلى ما هي عليه الآن

ولقد يبدو للبعض منا أن الجغرافيا بما علمتنا عن شكل الأرض وحجمها وتوزيع اليابس والماء على سطحها وعن الجبال والوديان والبحار والأنهار قد أحاطت بكل شيء نريد أن نعرفه عن الأرض . على أننا إذا أنعمنا النظر نجد أن هناك معلومات أخرى عن الكرة الأرضية لم تحط بها الجغرافيا ولنضرب لذلك مثلاً بسيطاً يقرب لأذهاننا الفرق بين مباحث العالمين . فقد نعلم عن المنزل الذي نساكنه موقعه ومساحته وحجمه وعدد حجراته وتركيبها إلا أن هناك مسائل أخرى خاصة بذلك المنزل لن نصل إليها بمجرد الوصف البسيط كأن نتساءل عن المواد التي بنى منها ومن أين استنبطت وكيف هذبت وركبت لأقامة الجدران وهل تم البناء دفعة واحدة أو على دفعات متتالية تفصلها فترات سكون وخمول وعن تعاقب ساكنيه من وقت أن بنى حتى الآن . هذه المعلومات وغيرها قد تكون ذات أهمية لا تقل عن الأولى للأحاطة بكل ما يخص ذلك المنزل

فاذا كانت الجغرافيا تؤدي لمعرفة كل ما يخص سطح الأرض كما نعرفه الآن فإن الجيولوجيا تتولى البحث في تركيب تلك الكرة وعن مصادر المواد المكونة منها وانتقالها من مكان لآخر وتحولها من مادة لأخرى وعمما عساه أن يكون قد حدث في سطح الأرض من تغيير وتبديل وهي تحدثنا فوق ذلك عن سكن سطح

الأرض وجوف البحار من أحياء نباتية وحيوانية عاشت وازدهرت ثم ماتت واندثرت فلم تترك لنا سوى بعض بقاياها تدل عليها

### قواعد علم الجيولوجيا — للجيولوجيا وجهتان : —

إحداهما علمية فلسفية بفضل ما تبعثه من نور يضيء لنا طريق البحث في تاريخ الكرة الأرضية ونشأتها وتكوينها وتطور الكائنات التي سكنت سطحها. أما الوجهة الثانية فهي اقتصادية عملية تبدو فيما يؤديه هذا العلم للإنسان من خدمة في سعيه للحصول على بعض المواد الأولية التي يحتاج إليها من معادن وأملاح ومواد للوقود والبناء وفيما تقدمه من معلومات تهديه لأقامة منشآته المختلفة كالمباني والأنفاق والموانئ والآبار على أسسها الصحيحة . كل ذلك مما يجعل لهذا العلم علاقة متينة بكل مرافق حياة الإنسان ومدنيته

والجيولوجيا تعتمد في هذه المباحث العديدة على ما تقدمه العلوم الأخرى كالطبيعة والكيمياء والرياضة والحيوان والنبات من قواعد ثابتة . على أنها تتطلب ممن يريد دراستها عدا الملمة بقواعد هذه العلوم المذكورة أن يكون قوى الملاحظة لما يحيط به من ظواهر طبيعية وما يؤثر فيها من عوامل مختلفة وأن يكون عميق التفكير صحيح الاستنباط

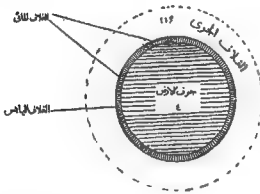
---

# الباب الأول

## معلومات عامة عن الكرة الأرضية

تطلق لفظة الأرض أو الكرة الأرضية على الكوكب الذى نساكنه سواء منه اليابس والماء وعلى ما يحيط به من هواء .

ويمكن تقسيمها لسهولة البحث تقسيماً طبيعياً الى أربعة أجزاء ( انظر الشكل رقم ١ ) .



(١) الهواء — الغلاف الجوى

(٢) الماء — الغلاف المائى

(٣) اليابس — القشرة اليابسة

... (٤) جوف الأرض

(شكل ١) قطاع تخيلى يوضح أقسام الكرة الأرضية

وفى الواقع أن الجيولوجيا تبحث فى تكوين وتركيب القشرة اليابسة وما تحدثه فيها العوامل الناتجة من تفاعلات الأجزاء الثلاثة الأخرى .

### الغلاف الجوى ( Atmosphere )

يطلق هذا اللفظ على مجموعة الغازات التى تحيط بالكرة الأرضية . ولا اعتبارات

عديدة يقدر سُمك هذا الغلاف تقديرًا تقريبياً بنحو ٥٠٠ الى ٦٠٠ ميل على أنها

بحكم قلة ضغطها أو كثافتها كلما بعدنا عن سطح الأرض تكاد لا تكون محسوسة على ارتفاع ٢٥ ميلا من السطح .

يتרכب الهواء من الغازات الآتية بالنسبة المئوية المبينة أمام كل منها : —  
آزوت ( نروجين ) ٧٩ في المائة

أوكسيجين ٢١ »

ثاني أوكسيد الكربون ٠.٠٣ ر . »

وهذا عدا كيات قليلة جدا من غازات نادرة مثل الأرجون والهيليوم والكريبتون والنيون والاجزينون وكذلك بخار الماء الذى يوجد بكميات تتفاوت بتفاوت سطح الأرض من حيث الرطوبة والجفاف . وهذا عدا الأبخرة والغازات البركانية والأتربة الدقيقة وهى مواد وان لم تكن أساسية فى الهواء لها أحيانا أهمية خاصة من حيث أثرها فى العوامل الجوية .

وترجع أهمية الهواء كعامل من العوامل المؤثرة فى سطح الأرض اليابسة الى صفتين : —

( أولا ) التأثير الكيمايى لبعض العناصر المكوّنة للهواء فى المعادن والصخور التى يتكون منها اليابس .

( ثانيا ) ميعة الهواء وسهولة حركته من جراء تغيير الحرارة والضغط وما ينتج عن هذه الحركة من رياح .

ومن الهواء تهطل الأمطار ومن هبوه تتكون الأمواج وهذه كلها عوامل ذات أثر ظاهر فى القشرة الأرضية اليابسة وسيأتى وصف كل من هذه العوامل وأثرها .

### الغلاف المائى ( Hydrosphere )

يطلق هذا الاسم على ما يوجد على سطح اليابسة من ماء فى المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وما يتخلل فجواتها وشقوقها . ولو كانت الأرض كرة ملساء



لا تمارح في سطحها لغطاها ذلك الماء بغلاف سمكه ميلان أما وسطح الأرض بين مرتفع ومنخفض فقد اجتمع الماء في مناطق الهبوط فتكونت منه المحيطات والبحار والأنهار التي تغطي نحو ثلاثة أرباع من مجموع سطح الكرة الأرضية .

### اعمال البحار والمحيطات — يختلف عمق هذا الغلاف المائي من مكان

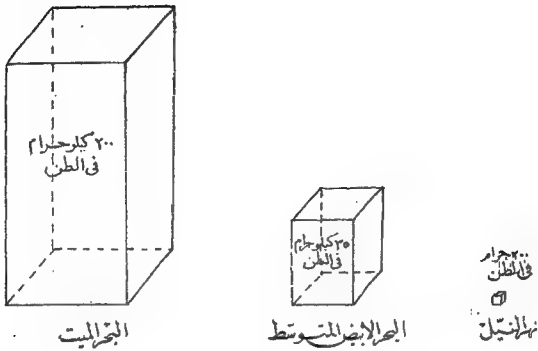
لآخر اختلافا كبيرا فالأنهار والبحيرات غالبا قليلة العمق والبحار قد يبلغ متوسط عمقها بضع مئين من الأمتار بينما المحيطات قد تبلغ من العمق آلاف الأمتار . وقد برهنت المقاسات التي أجرتها بواخر الاستكشاف وبواخر وضع الأسلاك البرقية البحرية أن متوسط عمق المحيطات من ٤٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ متر وقد بلغ أكبر عمق رصدته تلك البواخر نحو ٩٤٢٠ مترا بالمحيط الهادى قرب جزائر البوليفونيز .

كذلك يستدل من نتائج أعمال بواخر الاستكشاف المذكورة أن قيعان المحيطات هي عبارة عن سهول ممتدة تكتنفها سلاسل من الجبال مغمورة تحت الماء وقد يصل بعضها إلى قرب سطح الماء أو يعلوه فيتكون منها بعض الجزائر في وسط المحيط كجزائر القديسة هيلانة في المحيط الأطلسي وجزائر ساندوتش بالمحيط الهادى .

والماء هو مركب كيميائى من اتحاد الأوكسجين والهيدروجين بنسبة ذرة من الأول وذرتين من الثانى إلا انه يوجد فى الطبيعة دائما مذابا فيه أملاح مختلفة تتفاوت فى مقدارها تفاوتاً عظيماً .

فياه الأنهار وأغلب البحيرات عذبة أى أن الأملاح المذابة بها قليلة بينما مياه البحار والمحيطات مالحة أى مذاب بها كمية كبيرة من الأملاح .

وتزيد نسبة الأملاح المذابة فى مياه البحار المغلقة فى المناطق الحارة نظراً لارتفاع نسبة البخر وعدم تعويض المياه التى تفقدها كما فى البحر الميت بفلسطين . والشكل رقم ٢ يعطى فكرة تقريبية عن مقدار الأملاح المذابة فى كل طن من المياه : —



## (٢) شكل يبين نسبة الاملاح المذابة في مياه البحار والأنهار

وأهم هذه الأملاح هي كلورور الصوديوم (ملح الطعام) وكلورور الجنيوم وكبريتات الجنيوم وكبريتات الكسيوم (الجبس) وكبريتات البوتاسيوم وكربونات الكسيوم.

هناك عناصر أخرى توجد بنسب قليلة وهي نتيجة ما تحمله الأنهار إلى

البحار من المواد التي تقتلعها من الصخور التي تمر بها في مجاريها .

وللغمام أثر كبير في الغلاف اليابس فالأمطار والسيول والأنهار وكذلك المياه

التي تجري في شقوق الأرض وكهوفها والأمواج والتيارات البحرية والثلاجات

في المناطق الباردة كل هذه عوامل نشيطة تؤثر فيما يحيط بها من صخور فتفتتها

وتحملها من مكان لآخر مما له أثر كبير في تكوين شكل الأرض وسيأتي تفصيل

ذلك فيما بعد .

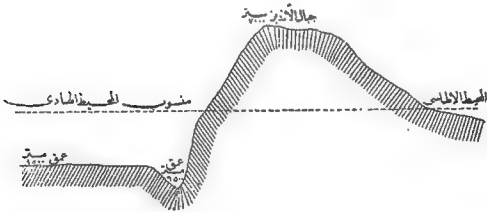
### الغلاف اليابس (Lithosphere)

هو القشرة الأرضية الصلبة التي تكون القارات وقيعان البحار وهي بالاختصار

الجزء اليابس الخارجي من الكرة الأرضية .

أغلب هذا الغلاف اليابس تغطيه مياه الغلاف المائى الذى تقدم وصفه فلا يظهر منه سوى الربع المكوّن للقارات . أما سطح هذا الغلاف فكثير التعاريج والتضاريس ولو أن هذه التضاريس اذا قورنت بحجم الكرة كلها لم تكن شيئاً محسوساً . فأعلى جبال الأرض هو جبل افرست فى سلسلة جبال الهملايا لا يزيد ارتفاعه عن ٨٨٤٠ متراً وهذا عبارة عن  $\frac{1}{4}$  من طول نصف قطر الكرة الأرضية . وليست التضاريس الأرضية بالنسبة لحجم الكرة بأكثر فى نسبتها من التعاريج التى فى قشرة البرتقالة . هذا والجبال ماهى الا جزء صغير من مجموع سطح القارات ولو اعتبرنا مجموع هذا السطح لوجدنا أن متوسط بروز القارات فوق سطح البحر لا يتعدى بضعة مئات الامتار .

وليس أعلى أجزاء القارات أو أسطحها ولا أسحق الأعماق فى وسط المحيطات بل قد تكون الجبال الشاهقة قرب الشواطىء وقد يكون أسحق الأعماق أيضاً قرب الشواطىء وخير الأمثلة لذلك الشاطىء الغربى لأمريكا الجنوبية حيث جبال الانديز التى يبلغ ارتفاعها نحو ٧٠٠٠ متر يقابلها عمق هائل فى المحيط الهادى يبلغ نحو ٦٥٠٠ متر بينما يقل الارتفاع كلما بعدنا عن الشاطىء . وكذلك يقل العمق بعيداً عن الشاطىء ( انظر الرسم رقم ٣ )



(شكل ٣) قطاع عميق للمحيط الهادى وجبال الانديز بأمريكا الجنوبية

وهذه الظاهرة التى نشاهدها فى أجزاء مختلفة من الأرض يفسرها ما نعلمه مما انتاب القشرة الأرضية من التقلصات التى سنأتى على ذكرها بعد . أما سمك هذه القشرة الأرضية فلا يمكن تحديده ولو على وجه التقريب

ذلك لأن الحد الفاصل بينه وبين جوف الأرض الداخلى لم يتقرر بعد إذ أن الوسائل التى تحت يد الانسان لا تمكنه إلا من خدش سطح الأرض إلى عمق بسيط لا يتعدى بضعة آلاف من الأمتار . أما ما تحت ذلك فلا نعلم عنه إلا ما يمكننا استنباطه استنباطاً لا يقوم على علم محقق .

أما تركيب القشرة اليابسة فهو ما يبحث فيه علم الجيولوجيا بوجه خاص وسنفرده له باباً خاصاً ويكفى أن نقرر هنا أنه عبارة عن خليط من مواد معدنية وصخرية بعضها رخو وبعضها صلب ويدخل فى تكوينها جميع العناصر المعروفة لنا من علم الكيمياء .

جوف الارض (Centrosphere) يقصد بذلك الاسم الدلالة على الجزء الداخلى من الكرة الأرضية مما يلى القشرة اليابسة . هذا الجزء لا نعلم عنه إلا ما يمكننا استنباطه من بعض ظواهر وشواهد اليك أهمها :

(أ) الثقل النوعى — لقد قرر علماء الفلك والطبيعات أن الثقل النوعى

للكرة الأرضية يبلغ نحو ٥.٦ فاذا اعتبرنا الثقل النوعى لجميع المواد المكونة للقشرة الأرضية الخارجية وجدناه لا يزيد فى المتوسط عن ٢.٧ يستنبط من ذلك أن الجزء الداخلى للأرض يزيد كثيراً عن الثقل النوعى لمجموع المواد المكونة لهذه القشرة الخارجية . ومن هذا يمكن استنباط أن جوف الأرض مكوّن من مواد معدنية ثقيلة

(ب) الحرارة المركزية — لقد قامت براهين عديدة على أن جوف الأرض

ذو حرارة مرتفعة جداً وأهم هذه البراهين : —

(١) البراكين . وهى فوهات منتشرة على سطح الأرض تنفجر منها مواد معدنية مصهورة على حرارة مرتفعة جداً .

(٢) العيون المائية الحارة التى تنفجر أحياناً من الأرض فى حرارة قد تبلغ المائة سنتجراد .

(٣) للناسم والآبار العميقة . قد قام البرهان على أنه كلما تعمقنا في

جوفها ارتفعت درجة الحرارة وقد قيسَت هذه الزيادة فقدرت

بنحو  $1^{\circ}$  سنتجراد لكل ٣٠ متراً من العمق .

من كل ما تقدم يمكننا أن نستنبط أن جوف الأرض مكوّن من مواد ثقيلة

الوزن مرتفعة الحرارة ولا شك أن الضغط الواقع عليها من ثقل ما فوقها من المواد هو

أيضاً ضغط مرتفع جداً . ومن أجل ذلك نشأت نظريات عديدة عن حالة جوف

الأرض ولو أنها كلها مجرد نظريات استنباطية لم يقدّم البرهان القاطع على صحتها .

وأهم هذه النظريات :

(١) أن الكرة الأرضية مكوّنة من مواد مصهورة مائعة تحيط بها قشرة

رفيعة يابسة . ويعزز هذه النظرية :

( أ ) أن ارتفاع الحرارة درجة لكل ٣٠ متر من العمق كاف لأن يصهر جميع

المواد المعروفة في القشرة الأرضية على عمق لا يتجاوز ٦٠ كيلومتراً .

( ب ) وجود البراكين وما يخرج منها من حمم مصهور وثبات هذه المواد في جميع  
البراكين المروقة .

( ج ) حدوث الزلازل أو الهزات الأرضية التي تؤثر في مساحات واسعة من سطح  
الأرض .

(٢) أن الكرة الأرضية صلبة من وسطها إلى سطحها ما عدا جيوباً صغيرة

هي التي تغذي البراكين بالحمم المصهور . ويعزز هذه النظرية :

( أ ) أن ارتفاع الحرارة في داخل الأرض مع العمق يصحبه ارتفاع متناسب في الضغط  
وهذا يحول دون انصهار المواد المعدنية بالحرارة .

( ب ) أنه لو كان جوف الأرض من مواد مائعة لفاقت فيها للقشرة الصلبة إذ المادة  
عادة وهي صلبة أثقل منها وهي مصهورة .

( ج ) لو كانت الكرة الأرضية مائعة لتأثرت من جراء جاذبية ما حولها من كواكب  
ونجوم تأثراً عظيماً .

وهناك نظريات أخرى عديدة تقوم كل منها على اعتبارات مختلفة ولكنها

تتقصها جميعها البراهين القاطعة على صحتها فلا داعي لإيرادها هنا .

والذى نرى أن نأخذ به أمام هذه الاختلافات هو أن جوف الأرض فى حالة صلابة ناتجة من تكافؤ بين درجات الحرارة والضغط وأن أقل اختلال فى هذا التوازن ينتج عنه تحول المواد بالانصهار فتندفق إلى مواطن الضعف من القشرة الأرضية ومن ثم تحدث الزلازل وتنفجر البراكين وتتقلص القشرة الأرضية فتنتابها التجاعيد مما سنفصله بعد .

---

## الباب الثاني

### تركيب القشرة الأرضية

— (C.O.) —

تركب القشرة الأرضية من مواد مختلفة يمكن تقسيمها الى قسمين أساسيين :

مواد عضوية (Organic) — وهي ما تكونت من مجهود حيوان أو نبات كأجزاء النبات وعظام الحيوان والحار .

مواد غير عضوية (Inorganic) — وهي ما تكونت في الطبيعة مستقلة عن مجهود الإنسان أو الحيوان أو النبات كالمعادن وصخور الجرانيت والبالزلت مثلا .

وهناك مواد هي في الواقع من أصل عضوى إلا أن تشابهها بالمواد غير العضوية قد جعلها أقرب إلى الفريق الثانى منها الى الأول ومن ذلك :

الكهرباء (الكهرباء) — وهو في أصل تكوينه صمغ سائل من أشجار كانت تعيش في عصور جيولوجية سابقة وقد تحول بعد دفنه في طبقات الصخور الى حالته التى نعرفها الآن .

النفط — وهو نتيجة افراز بعض المحارات البحرية .

الفحم الحجري — وهو نتيجة تراكم مواد نباتية كانت تعيش في عصور جيولوجية قديمة وقد تحولت بعد دفنها الى المادة الكربونية التى نعرفها .

الاجمار الجبريد - أغلبها نتيجة تراكم محارات بحرية صغيرة اندمج بعضها في بعض فكوّنت المادة الصخرية المعروفة .

هذه المواد وغيرها مما تشابهها يجب اعتبارها تبعا للتعريف الذى أوردناه مواد عضوية على أن انقطاع أسباب الحياة عنها واستعمالها المتداول يجعلها ضمن عالم الجاد وسنعتبرها هنا ضمن المواد غير العضوية لسهولة بحثها .

المواد غير العضوية - هى التى نغنيها فى بحث تركيب الكرة الأرضية وهى تنقسم قسمين - معادن وصخور

المعدن - هو كل مادة متجانسة تكوّنت فى الطبيعة مستقلة عن الانسان

وتحت عوامل لم يشترك فيها نبات أو حيوان

ويقصد بالتجانس أن يكون كل جزء من المادة متشابها كل التشابه كيميائيا وطبعيا فى جميع خواصه مع كل جزء آخر كالذهب والفضة والحديد والجبس وملح الطعام والكبريت .

الصخر - هو خليط طبعى من معادن مختلفة

فالجرانيت صخر مكوّن من معادن مختلفة أهمها الكوارتز والفلسبار والميكا . والقشرة الأرضية مكوّنة من صخور ومعادن . ولما كانت الصخور خليطا من معادن مختلفة كان لا بد لدراستها من دراسة المعادن المكوّنة لها .

## المعادن

يوجد فى القشرة الأرضية نحو ٨٠٠ معدن أغلبها نادر الوجود على أن بعض هذه المعادن يدخل فى تكوين أغلب الصخور .

ولكل من هذه المعادن صفات خاصة به تميزه عن باقى المعادن على أنه قد تشترك عدة معادن فى أكثر من خاصية فلا بد لتعرّف أى معدن من دراسة جميع خواصه .



أهم هذه الخواص اثنتان لا بد لتقريرهما قبل تعرف أى معدن: —

(أولاً) التركيب الكيميائى

(ثانياً) الشكل البلورى

أما الخواص الأخرى وإن كانت ثانوية فإنها تساعد على تمييز المعادن بعضها

من بعض وهى : —

اللون البريق الثقل النوعى التشقق الصلابة .

### التركيب الكيميائى للمعادن

قرر الكيميائيون أن هناك ٧٠ عنصراً أصلياً لم يتمكنوا بعد من تقسيمها إلى مواد أبسط منها على أن أغلب هذه العناصر نادر الوجود وليس من بينها سوى ١٦ عنصراً هى التى تتكوّن الجزء الأكبر من القشرة الأرضية . هذه العناصر الستة عشر تتكوّن نحو ٩٩ ٪ من مجموع القشرة الأرضية بالوزن بينما العناصر الأخرى ومن بينها الذهب والفضة والنحاس والرصاص والقصدير وغيرها تتكوّن ١ ٪ فقط . وأهم هذه العناصر على حسب ترتيب أهميتها هى : —

الهيدروجين — ويكون نحو ٤٧ ٪ من مجموع وزن القشرة الأرضية إذ يدخل فى تركيب أكثر المعادن .

السيلىكون — يكون نحو ٢٨ ٪ من مجموع القشرة الأرضية وهو غالباً متحد مع الأكسجين .

الألومنيوم — يكون نحو ٨ ٪ من مجموع وزن القشرة الأرضية ويوجد متحداً مع الأكسجين فى تركيب كثير من المعادن .

الحديد — ٦ ٪ والكلسيوم ٤ ٪ والمغنيزيوم ٢ ٪ والصوديوم ٢ ٪ والپوتاسيوم ٢ ٪ والكلور والكربون والكبريت بنسبة أصغر .

وقد يكون المعدن عبارة عن عنصر واحد كالجرافيت والماس (من الكربون) والكبريت والذهب والنحاس . على أن أغلب المعادن عبارة عن مركبات كيميائية من عنصرين أو أكثر مثال ذلك :-

معادن عبارة عن أكاسيد مثل الكوارتز ( Quartz ) ثاني أكسيد السليكون

معادن عبارة عن كبريتوز مثل البيريت ( Pyrites ) كبريتوز الحديد

معادن عبارة عن كلوروز مثل ملح الطعام ( Rock Salt ) كلوروز الصوديوم

معادن عبارة عن كربونات مثل الكلسيت ( Calcite ) كربونات الكالسيوم

معادن عبارة عن كبريتات مثل الجبس ( Gypsum ) كبريتات الكالسيوم

معادن عبارة عن سليكات مثل الفلسبار ( Felspar ) سليكات الألومنيوم

والپوتاسيوم

وأغلب المعادن هي من النوع الأخير .

### الشكل البلوري ( Crystal-form )

أغلب المعادن اذا صلبت بعد انصهار أو رسبت من محلول أو من حالة غازية تتخذ لنفسها شكلا هندسياً منتظماً يختلف باختلاف المعادن . هذه الأشكال الهندسية المنتظمة هي البلورات ( Crystals ) وخاصة اتخذ هذه الأشكال يعبر عنها بالتبلور ( Crystallisation ) .

إذن أغلب المعادن تبلور ولكل منها شكل بلوري خاص به . وليس التبلور مجرد تكوين هذه الأشكال الهندسية الخارجية بل يصعبه انتظام في جميع الخواص الطبيعية الأخرى كالصلابة والتماسك ومرور الضوء في المادة المتبلورة وانتقال الحرارة فيها . كل هذه الخواص تتبع نفس النظام البلوري بحيث تختلف قوتها باختلاف الاتجاه داخل البلورة . يستنبط من ذلك أن التبلور هو نتيجة تنظيم خاص في ذرات المادة . وهذا التنظيم يتنوع بتنوع المعادن . مثال ذلك

إذا أخذنا قطعة من الزجاج وهي مادة غير متبلورة وقطعناها على شكل هندسي منتظم فلا يمكننا أن نقول أنها أصبحت بلورة إذ أن نظام الذرات الداخلى لم يتغير بتنظيم الشكل الخارجى بل بقى كما هو غير منتظم بينما بلورة الكوارتز وهي تشبه الزجاج شهاً عظيماً تختلف فى صفاتها كل الاختلاف .

خاصة التبلور قد تكون قوية جداً فى بعض المعادن حتى أنها تتبلور بسرعة وبدقة بينما هي ضعيفة فى المعادن الأخرى التى لا تبلغ الشكل البلورى التام إلا إذا توافرت لها جميع الأحوال التى تساعد على هذا التبلور .

تنمو البلورات بأضافة طبقات متتالية الى سطوحها بحيث تتبع ذرات الطبقات المضافة نفس النظام الاصلى للبلورة فتندمج فيها وتكون معها وحدة تامة . وعلى ذلك فلا حد لنمو البلورة وليست العبرة بحجم البلورة بل بشكلها فقد تكون بلورات المعدن الواحد بعضها صغيرة ميكروسكوبية والبعض الآخر كبير جداً ومع ذلك فالشكل البلورى واحد فى الجميع .

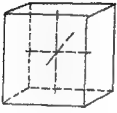
على أنه نظراً لأن نمو البلورات كما قدمنا فإنه قد يجوز أن يحيط بالبلورة وقت نموها ما يمنع ذلك النمو فى اتجاه أو أكثر من اتجاهاتها ومن ذلك ينشأ الاختلاف فى أشكال البلورة فى المعدن الواحد ولو أن هذا الاختلاف مقصور على الشكل الخارجى ولا يؤثر فى نظام الذرات نفسها وفى الزوايا التى بين الوجوه .

والسطوح التى تحد البلورة تسمى وجوهاً وهي تتقابل فى خطوط مستقيمة تسمى حروف البلورة والزوايا التى بين الوجوه تسمى زوايا البلورة والقواعد العامة فى التبلور هي : —

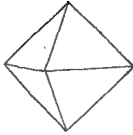
- (١) ثبات الزوايا البلورية بين الوجوه المتائلة فى المادة الواحدة مهما كان حجم البلورة .
  - (٢) وجود تناسب بين ميل وجوه البلورة وموضعها . وهذا يرجع الى محاور بلورية تصورية تكون الوجوه البلورية أما موازية لها وأما قاطعة ايها على أبعاد متناسبة بنسبة ثابتة فى كل معدن .
  - (٣) التناقص فى البلورة أى امكان قطعها الى جزأين متساويين كل النسوى .
- وقد قسمت بلورات المعادن على حسب هذه القواعد الى ستة فئات تختلف فى درجة تناسبها وفى نسبة أطوال محاورها التصورية بعضها لبعض ومقدار الزوايا التى تتقاطع فيها هذه المحاور . والفئات هي : —

(١) فصيرة المكعب (Cubic System) — وهي أكثر الفئات تناسباً وبلورتها

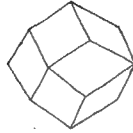
ثلاثة محاور تصورية متساوية ومتعامدة وأم أشكالها المبنية بالشكل رقم ٤ هي : —



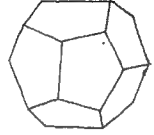
المكعب



ذو الثمانية الأوجه



ذو الاثني عشر وجهاً



ذو الاثني عشر وجهاً

( شكل ٤ ) بلورات من فصيلة المكعب

المكعب (Cube) - ومن المعادن التي تتبلور في مكعبات ملح الطعام .

ذو الثمانية الأوجه (Octahedron) مثل معدن أوكسيد الحديد المنفطس (Magnetite)

ذو الاثني عشر وجهاً (Duodecahedron) مثل معدن المفيق (Garnet)

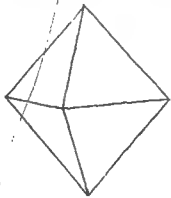
ذو الاثني عشر وجهاً خمساً (Pyritohedron) مثل معدن البيريت (Pyrites)

(٢) فصيلة الرباعي (Tetragonal System) - أقل تناسقاً من الأول ولبلوراتها

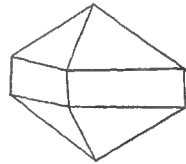
ثلاثة محاور تصويرية متعامدة . اثنان منها متساويان والثالث أطول أو أقصر منها وأنم أشكالها مبينة بالشكل رقم ٥



منشور رباعي



هرم رباعي مزدوج



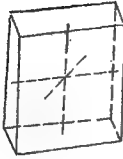
هرم مزدوج ومنشور رباعي

( شكل ٥ ) بلورات من فصيلة الرباعي

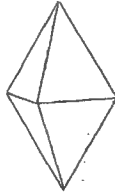
ومن المعادن التي تتبلور تبعاً لهذه الفصيلة الزركون (Zircon)

(٣) فصيلة المعين (Orthorhombic System) - ولبلورتها ثلاثة محاور تصويرية

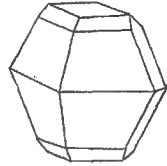
متعامدة ومختلفة الاطوال . وأُم أشكالها مبنية ( بالشكل رقم ٦ )



منشور معيني



هرم مزدوج معيني



أهرام ومنشورات معينية

(الكبريت) (شكل ٦) بلورات من فصيلة للمعين

ومن المعادن التي ترجع في تبلورها لهذه الفصيلة الكبريت

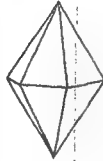
#### (٤) فصيلة السداسية (Hexagonal System) — وبلوراتها أربعة محاور تصويرية

ثلاثة منها متساوية وتقاطع في زوايا  $60^\circ$  والرابع عمودي عليها وقد يكون مساوياً لها أو مختلفاً عنها في الطول .

وأُم أشكالها مبنية ( بالشكل رقم ٧ )



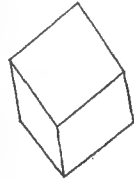
منشور سداسي



هرم سداسي مزدوج



هرم مزدوج ومنشور سداسي



معين الوجوه

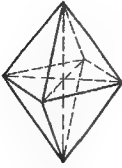
(شكل ٧) بلورات من فصيلة السداسية

ومن المعادن التي تتبلور تبعاً لهذه الفصيلة الكوارتز<sup>١</sup> (Quartz) والسكاسيت (Calcite)

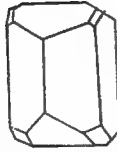
#### (٥) فصيلة ذات الميل الواحد (Monoclinic System)

وبلوراتها ثلاثة محاور تصويرية غير متساوية . اثنان منها يتقاطعان في زاوية غير قائمة

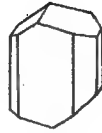
والثالث عمودي عليهما . وأُم أشكالها مبنية ( بالشكل رقم ٢٨ )



هرم مزدوج



أهرام ومنشورات  
( ارتوكلاز )



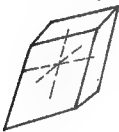
أهرام ومنشورات  
( أوجيت )

(شكل ٨) بلورات من فصيلة الميل الواحد

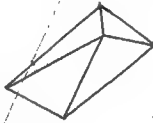
ومن المعادن التي تتبلور تبعاً لهذه الفصيلة بعض أنواع الفلسبار مثل الارتوكلاز (Orthoclase) والجيس (Gypsum)

## (٦) فصيلة ذات المحاور الثلاثة (Triclinic System) — وهي أقل الفصائل

تناسقاً . وبلوراتها ثلاثة محاور تصويرية مختلفة في الطول وغير متعامدة. وأهم أشكالها مينة بالشكل رقم ٩



مختور



هرم مزدوج

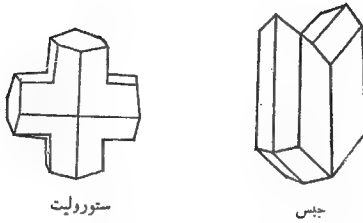


منشورات وأهرام  
(الاليت)

(شكل ٩) بلورات من فصيلة الميول الثلاثة

ومن المعادن التي تتبلور تبعاً لهذه الفصيلة بعض أنواع الفلسبار مثل الاليت (Albite)

وقد تنمو البلورات المعدنية مفردة وهذا قليل والأغلب أن تنمو في مجموعات متلاصقة قد تنحديها البلورات في وجهين أو أكثر (انظر مجموعة بلورات الكوارتز شكل ١٦) . وقد تكون المجموعات البلورية غير منتظمة بأن تنفرع من نقطة واحدة في خطوط متقابلة أو على شكل وردة أو في فجوة من الصخر أو قد تكون متلاصقة أو متداخلة ببعضها تبعاً لنظام خاص فتسمى توأمية (Twins) (انظر الشكل



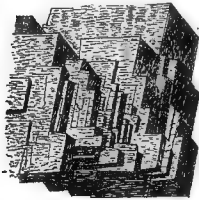
(شكل ١٠) بلورات توأمية

و قليل من المعادن لا يأخذ شكلاً بلوريا أصلاً فتسمى غير متبلورة (Amorphous)

### التشقق (Cleavage)

لبعض المعادن المتبلورة خاصة بموجها تنفصل في قشور أو طبقات رقيقة عند دقها أو الضغط على سطحها وهذه القشور موازية عادة لاتجاه معين من اتجاهات البلورة . وقد تشقق بعض المعادن في أكثر من اتجاه .

وأحسن الأمثلة على هذه الخاصة في معدن الميكا (Mica) الذي ينفصل عادة في طبقات رقيقة جداً شفافة موازية لقاعدة البلورة (انظر الشكل ٢٤) . كما أن الكلسيت يتشقق في اتجاهات موازية لوجه العين . (انظر الشكل رقم ١١)

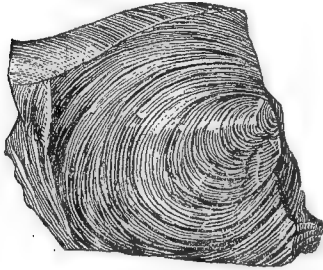


(شكل ١١) بيان التشقق في بلورات الكلسيت

وقد تكون هذه الخاصة قوية في بعض المعادن كالتي سبق ذكرها وقد تكون ضعيفة كما في بلورات الماس فإنها تشقق بصعوبة في أشكال ذات ثمانية أوجه وهذه الخاصة وإن لم تكن ظاهرة للعين فإنها تساعد المشتغلين بقطع هذا الحجر الكريم في صناعة المجوهرات .

## المكسر (Fracture)

المعادن التي لا تشقق اذا كسرت فان شكل السطح المكسور، (المكسر)



(شكل ١٢) مكسر محاري

تختلف باختلاف المعادن كأن

يكون محارياً (Conchoidal)

أى فى خطوط مقوسّة

متوازية مثل الكوارتز (أشبه

بمكسر قطعة سميكة من

الزجاج) (انظر الشكل رقم ١٢)

أو غير منتظم كالنحاس أو

خشبى (كمكسر قطعة الخشب) مثل الجاد (Jade)

## الصلابة (Hardness)

يقصد بذلك قوة المعدن على مقاومة الخدش . فالمعدن الذى يخدش الآخر

اذا حك على سطحه يعتبر أصلب من الخدوش وقد اتفق على عشرة معادن متفاوتة

فى الصلابة لمقارنة باقى المعادن بها ورتبت مبتدئة بأقلها صلابة ومنتهية بأصلبها

وأعطى كل منها رقماً خاصاً بها وهى : —

- |                      |  |
|----------------------|--|
| يمكن خدشها بالظفر    | (١) الطلق (Talc) وهو أقل المعادن صلابة       |
|                      | (٢) الجبس (Gypsum)                           |
| تخدشها المبراة       | (٣) الكلسيت (Calcite)                        |
|                      | (٤) الفلورسبار (Fluorspar)                   |
|                      | (٥) الأباتيت (Apatite)                       |
|                      | (٦) الأورثوكلاز (Orthoclase)                 |
| لا تؤثر فيها المبراة | (٧) الكوارتز (Quartz)                        |
|                      | (٨) التوباز (Topaz)                          |
|                      | (٩) الكورندوم (Corundum)                     |
|                      | (١٠) الماس (Diamond) وهو أصلب المعادن جميعاً |



فاذا أريد معرفة صلابة أى معدن اختبرناه بالظفر أو المبراة لمعرفة مركزه من المعادن الأخرى ثم تجرب في سطحه المعادن المقاربة له حتى تحدد مركزه بين ما يحدشه وما ينخدش به مثلاً الپيريت يحدش الفلسپار وينخدش بالكوارتز فصلابته بين الاثنين أى  $\frac{1}{6}$ .

والمعادن يختلف بعضها عن بعض كثيراً في صلابتها ولذلك فالصلابة من الخواص التى تمكننا من تمييز المعادن بعضها عن بعض .

### الثقل النوعى ( Specific Gravity )

نعلم من علم الطبيعة أن الثقل النوعى لأى مادة هى النسبة بين وزن حجم معين منها لحجم مساو له من الماء المقطر على درجة حرارة ٤ سنتيجراد . والمعادن يختلف بعضها عن بعض اختلافاً كبيراً في ثقلها النوعى فبينما معدن الذهب ثقله النوعى ١٩ إذا بالحديد  $\frac{7}{4}$  والكبريت ٢ والنظرون ١٠٤ وهلم جرا .

وقد يكون من السهل التمييز بين معدنين يختلف ثقلهما النوعى اختلافاً كبيراً مثال ذلك الكلسيت ( كربونات الكلسيوم ) ثقله النوعى ٢٩٧ بينما الباريت ( كبريتات الباريوم ) ثقله النوعى ٤٥٠ مع تشابههما في بعض الخواص الأخرى . وهذا الفرق يكون في هذه الحالة محسوساً حتى بمجرد استعمال اليد وحدها .

على أن الفرق في الثقل النوعى قد يكون صغيراً جداً ويجب لذلك تقرير الثقل النوعى للمعدن بغاية الدقة .

### المبريق ( Lustre )

يعبر بهذا اللفظ عن مقدار الضوء المنعكس من سطح المعدن ونوع هذا الضوء فالبريق ضعيف أو معتم إذا كان الضوء المنعكس منه قليلاً وهو متوسط ثم قوى متلألئاً إذا كان مقدار هذا الضوء كبيراً .

إذا كان يشبه في نوعه بريق سطوح الفلزات المصقولة . كبريق معدن الجليتا ( Galena ) ( كبريتور الرصاص )	والبريق اما فلزى (Metallic)
كبريق اللّاس وهو يغلب في المعادن الشفافة مثل السيروسييت ( Cerussite ) ( كربونات الرصاص )	أو ماسى ( Adamantine )
كبريق الصمغ مثل عين اهر ( Cat'seye )	أو صمغى ( Resinous )
كبريق الزجاج مثل معدن الكوارتز ( Quartz ) ( أو أكسيد السليكون ) .	أو زجاجى ( Vitreous )
كبريق اللؤلؤ مثل معدن الطلق (Talc)	أو لؤلئى ( Pearly )
كبريق الحرير مثل معدن الجبس ( Gypsum )	أو حريرى ( Silky )

### اللون (Colour)

هذه الخاصة لا يمكن الرجوع اليها لتمييز أغلب المعادن ذلك لأنه فى كثير من الأحوال يكون لون المعدن نتيجة اختلاط مادة أخرى به ولو بكميات صغيرة . فكثير من المعادن الشفافة تتخذ ألواناً مختلفة نتيجة اختلاطها بمواد غريبة عنها بكميات صغيرة جداً . فالكوارتز معدن شفاف لا لون له فى حالته النقية إلا أنه يوجد على ألوان مختلفة وقد يتخذ كل نوع منه اسماً خاصاً باختلاف ألوانه كالجشت (Amethyst) البنفسجى اللون لوجود معدن المنجنيز مختلطاً به بكميات ضئيلة جداً كذلك الكورندوم (Corundum) وهو أكسيد الألومنيوم شفاف لا لون له فى حالة النقاوة على أن من أنواعه الياقوت الأحمر والزفير الأزرق وكلها مادة واحدة ذات ألوان مختلفة للسبب المتقدم

ولبعض المعادن المتبلورة الشفافة خاصة التلون بلونين أو أكثر على حسب الاتجاهات المختلفة التى تعين منها البلورة وأحسن الأمثلة على ذلك معدن الفلورسپار (Fluorspar) « فلورور الكلسيوم » فإذا نظر له من اتجاه معين ظهر أخضر ومن اتجاه آخر بنفسجياً وهلم جرا .

### المخدرس (Streak)

يطلق على لون مسحوق المعدن اذا خدش بمبراة مثلاً ويقدرّون أن لون المسحوق أكثر فائدة في تمييز المعدن من لونه الذي يظهر في بلوراته للأسباب التي تقدمت .

وهناك خواص أخرى قد تميز بها بعض المعادن ولو أنها قليلة الأهمية في المعادن الأخرى مثل

الظفر (Phosphorescence) — وهي أن تضيء المعدن اذا احتك بعضها

ببعض أو اذا وضعت في مكان مظلم مثل الكوارتز والفلورسبار .

المس (Touch) — كمعدن الطلق مثلاً ملمسه كالصابون .

### وصف أهم المعادن الشائعة في القشرة الأرضية

يبلغ عدد المعادن المعروفة نيف وثمانمائة أغلبها نادر الوجود . فسنكتفي هنا بإيراد وصف بعض المعادن التي تدخل أكثر من غيرها في تركيب أغلب الصخور المكونة للقشرة الأرضية \* وكذلك بعض المعادن التي وإن كانت قليلة الوجود إلا أن أهميتها ترجع إلى شيوع استعمالها . وسنبداً بالمعادن البسيطة التركيب من عنصر واحد ثم عنصرين وهلم جرا منتهين بالمعادن المكونة من سلكيات عناصر مختلفة وهي أعقدها تركيباً وأكثرها أهمية في تركيب الصخور .

### (اللاس (Diamond)

تركيبه عنصر الكربون . وهو عادة في بلورات ذات ثمانية وجوه تابعة لفصيلة المكعب مزوفاً مقوسة شكل ١٣ . يتفق في سطوح موازية لآوجه البلورة وهذه الخاصة لها قيمتها

\* المعادن الأكثر شيوعاً من غيرها في القشرة الأرضية هي : الكوارتز — الكلسيت — أكسيد الحديد — الجبس — الملح — الفليبار — الميكا — الهورنبلند — الاوجيت — الاوليفين .



عند من يقومون بقطع الماس في صناعة الجواهر. صلابته ١٠ فهو أصلب المعادن كلها . ثقله النوعي ٦ و ٣ . بريقه ماسي متألّق ومن ثم تسميته الافرنجية . وأقوى أنواعه لا لون لها على أنه قد يميل الى الأصفر أو الأزرق أو الأحمر. وقد يكون أسود . وهو غالباً شفاف ويكسر أشعة الضوء لدرجة كبيرة كما أنه يحلّها ومن ثم رهجه الذي يجعله من أحب الاحجار الكريمة للإنسان .

(شكل ١٣) بلورة الماس

وهو من المعادن النادرة ويوجد اما مختلطاً بالرمال والحصى في بطون بعض الوديان أو في صخور بركانية كما في الترنسفال حيث يستخرج نحو ٩٥ في المائة من مجموع ما تنتجه مناجم العالم من هذا المعدن .

ويقدر الماس بالقيراط وهو ٢٩٥ ملليجرام وتزيد قيمته مع حجم الحجر ونقاؤه وخلوه من العيوب .

وقد بلغ بعض بلوراته حجماً كبيراً وهذه أصبحت مشهورة تتداولها أيدي الملوك أو الحكومات أو كبار المولدين وقد بلغت أحدها ٤٨٧ قيراطاً .

ويستعمل الماس في صناعة الجواهر وكذلك يستعان به لقطع وصقل الماس والاحجار الكريمة الأخرى وبه يقطع الزجاج . ويستعمل في بعض الآلات الخاصة بتقريب الصخور .

### الجرافيت (Graphite)

تركيبه عنصر الكربون كالاس إلا أنه يتبلور في قشور رقيقة سداسية الشكل ويوجد في قشور أو ترابي التركيب . صلابته من ١ الى ٢ ويترك أثراً أسود على أي شيء يلمسه ومن ثم سمي جرافيت من الكلمة اليونانية بمعنى « يكتب » ثقله النوعي ٢ و ٢ . بريقه فلزي ولونه أسود ويخدشه كذلك أسود وملامحه صابوني . لا تصهره الحرارة .

ويوجد في الصخور المتحولة كالشيت والاحجار الجيرية المتبلورة وأشهر موارده جزيرة سيلان بالهند . ويوجد كذلك في إيطاليا والنمسا والمكسيك . أما في القطر المصري فيوجد منتشراً في ذرات دقيقة بعض الصخور المتحولة على مغربة من العروق الحاملة للذهب بالصحراء العرقية ولكنه على هذه الحالة لا يصلح للاستغلال .

ويستعمل الجرافيت في صناعات مختلفة كالبوداق الخاصة بحمل الحديد المصهور في صناعة الصلب . ويخلط بالزيوت فيصلح لتشحيم الآلات ويخلط بالطبرق وتصنع منه أقلام الرصاص .

### الذهب (Gold.)

مركب من عنصر الذهب ويوجد في الطبيعة غالباً مختزجاً بقليل من الفضة أو النحاس . ويتبلور أحياناً في أشكال مكعبة على أنه في الغالب في خيوط وكتل غير ظاهرة التبلور . صلابته ٣ وثقله النوعي ١٩ قابل للطرق والالتواء . يختلف لونه الأصفر من فاقع الى باهت حسب كمية المعادن الأخرى المختلطة به . وهو سهل الانصهار بالحرارة ولا يتأثر فيه من الأحماض الأميزج من حامض الأيدروكلوريك والأزوتيك وهي المادة المعروفة بماء النار .

ومع أن الذهب من المعادن النادرة إلا أنه شائع بكميات صغيرة في كثير من البلاد . وأغلب وجوده في عروق من المرو ( السكوارتز ) أو الكلسيت وقد يوجد مختلطاً بالرمل والحصى في بعض الوديان وبكميات ضئيلة جداً في مياه النحار .  
وأهم موارده بلاد الترنسفال بمجنوب أفريقيا وكذلك استراليا وأمريكا الشمالية والمكسيك وروسيا . ويوجد بالصحراء الشرقية المصرية في عروق من المرو وقد استغله فيها قدماء المصريين على نطاق واسع ففتحوا من أجله مناجم كثيرة ومنه صنعوا تلك الحلي الجميلة التي هي غر الصناعة المصرية القديمة .

### الفضة (Silver)

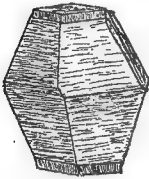
مركب من عنصر الفضة وقد يوجد في الطبيعة مختزلاً بالذهب أو النحاس أو الرصاص . ويتبلور في مكعبات ولكن أغلب وجوده في خيوط وكتل غير منتظمة . صلابته كالذهب ولكنه أخف منه إذ يبلغ ثقله النوعي ١١ .  
وهو كالذهب قابل للطرق وسهل الانصهار بالحرارة . أبيض اللون ويتأثر بجامض الازوتيك وأغلب موارد الفضة مركباته مع الكبريت أو الزرنيخ ويوجد في أمريكا الشمالية والمكسيك وبيرو بمجنوب أمريكا ويستعمل للزخرفة وفي صناعة النقد .

### النحاس (Copper)

هو عنصر النحاس . يتبلور في مكعبات ولكن أغلب وجوده في الطبيعة في خيوط أو كتل غير منتظمة . صلابته كالذهب والفضة وثقله النوعي أقل منهما نحو ٩ . يتركب بسهولة . لونه أحمر نحاسي . سهل الانصهار ويتأثر بجامض الازوتيك .  
ويوجد النحاس عادة مختلطاً بالكاسيد . وأشهر موارده المناطق القريبة من بحيرة سوبريور ( Lake Superior ) في أمريكا الشمالية ويستعمل في صناعة الألوان والآلات الكهربائية والأسلاك . وتدخل مركباته في بعض الصناعات .

### الكبريت (Sulphur)

تركيبه عنصر الكبريت . يتبلور عادة في أشكال هرمية . أربعة القاعدة تابعة لفصلية المعين ( شكل ١٤ ) على أن هذا المعدن له خاصة التبلور في أشكال أخرى هي عبارة عن إبر رقيقة مستطيلة تابعة لفصلية الميل الواحد إلا أن هذه الأشكال غير ثابتة بمعنى أنها إذا تركت مدة كافية تحولت إلى قطع صغيرة كل منها هرم رباعي كما قدمنا .  
والكبريت لا يشتق ولكنه صريع الكسر . ومكسره محاري . صلابته ٢ وثقله النوعي ٢ ولونه أصفر فاتح ، وريقه بين الصمغي والماسي . شفاف ينصهر بحرارة قليلة ويحترق فيعطى غازات خافتة .



ويوجد الكبريت في المناطق البركانية نقيضة التسامي من الغازات المنبثقة من فوهة البركان ولكنه يوجد أيضاً متخللاً

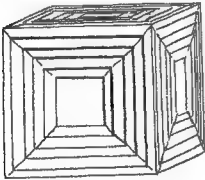
( شكل ١٤ ) باورة الكبريت

صخور الجبس والجير ويرسب أيضا من مياه بعض العيون الكبريتية الحارة .  
ويوجد في الصحارى المصرية متخللا الصخور الجبسية والحجرية في مناطق البترول بمجسما وجبل  
الزيت حيث يملأ شقوقا وجيوباً في الصخر . وقد كان يستغل في جسا (الدمشة) لعمل البارود منذ  
عشرات السنين . وهناك بنايع كبريتية على جانبي خليج السويس (مثل حمام فرعون وعيون موسى  
في شبه جزيرة سيناء) كما أن مياه عيون حلوان تحتوى على نسبة معينة من الكبريت .  
ويستغل الكبريت غالبا في جزيرة صقلية بإيطاليا ومنها يستخرج الجزء الأكبر من الكبريت  
المستعمل في الدنيا .

وهو يعمل في صناعة حامض الكبريتيك وصناعة الثقاب وبعض أنواع المفرقات ( البارود )  
وفي العقاقير الطبية .

### ج الملح (Rock Salt)

وهو المعروف بملح الطعام . تركيبه الكيميائي كلورور الصوديوم . يتبلور في  
مكعبات تتشقق بسهولة في قشور موازية لوجوه المكعب شكل ١٥ . وقد يوجد



(شكل ١٥) بلورة ملح الطعام

أيضا في ألياف أو كتل غير ظاهرة  
التبلور . صلابته ٢٥ و ثقله النوعى ٢٢  
شفاف لآلونه . بريقه زجاجى . طعمه  
ملح . سهل الانصهار ويندوب في الماء .  
ويتكوّن عادة نتيجة تبخر مياه البحار  
كما في الملاحات في شمال الدلتا . ويوجد

في الصحارى المصرية في طبقات رقيقة تحت سطح الأرض مباشرة نتيجة رسوبه  
من مياه تصعد بفعل الجاذبية الشعرية . وفي بعض البلاد يوجد في طبقات سمكية  
تحت الأرض وخصوصاً في مناطق البترول برومانيا وأمريكا الشمالية وفي بعض  
جهات على شاطئ خليج السويس ( الزيتية وحسا وأبو شعر ) .

وهو شائع الاستعمال ويستخرج إما من الملاحات القريبة من الشواطئ أو  
من اللانجم أو من آبار مالحة .

### ج البيريت (Pyrites)

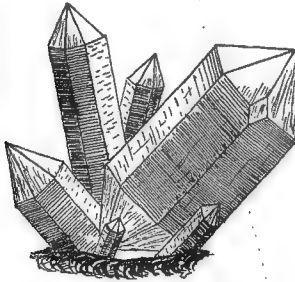
تركيبه الكيميائي كبريتور الحديد . يتبلور في مكعبات وفي أشكال ذات

اثنى عشر وجهاً مخمساً تابعة لفصيلة المكعب . لا يتشقق ولكنه سريع الكسر ومكسره محارى . صلابته ٦ وثقله النوعى ٢.٥ نحاسى اللون باهت . وبريقه فلزى غير شفاف . يحترق فيعطى غازات كبريتيه .

يوجد فى أنواع كثيرة من الصخور وفى العروق المعدنية التى تحمل الذهب . أهم فوائده صناعة حامض الكبريتيك الذى هو أساس كثير من الصناعات .

### ٥ الكوارتز (Quartz)

ويسميه العرب المرو . وتركيبه الكيميائى ثنائى أوكسيد السليكون . يتبلور عادة فى أشكال منشورية سداسية تنتهى بأهرام سداسية (شكل ١٦) لا يتشقق ولكنه



سهل الكسر ومكسره محارى . صلابته ٧ وثقله النوعى ٢.٦٥ . شفاف ولا لون له . بريقه زجاجى . لا ينصهر بسهولة ولا يتأثر بالأحماض .

وهو من أكثر المعادن

شيوفا على وجه الأرض . ( شكل ١٦ ) مجموعة متلاصقة من بلورات الكوارتز ولوجوده غالباً فى أشكال بلورية منتظمة قد ساعد كثيراً على دراسة قواعد التبلور . وفى حالة تقاوته يستعمل لعمل عدسات النظارات الجيدة اللازمة للألات العلمية ويدخل فى صناعة الزجاج والخزف

ويوجد فى الطبيعة على حالات مختلفة أهمها : —

( اولاً ) فى الصخور النارية أى التى تجمدت من مواد معدنية مصهورة . فهو معدن أساسى فى صخر الجرانيت وما شابهه من الصخور النارية .

(ثانياً) فى عروق تقطع الصخور النارية والمتحولة وقد تمتد مسافات طويلة وهى العروق التى تحمل معادن الفلزات كالذهب والرصاص وغيرها .

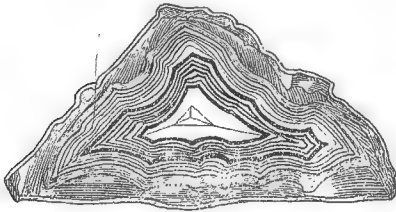
(ثالثاً) فى فجوات وشقوق فى الصخور نتيجة رسوب من مياه معدنية كان مذاهاً بها ثانى أوكسيد السليكون .

(رابعاً) فى ذرات مختلفة الحجم وهى الرمال الناتجة من تفتت الكوارتز من جراء العوامل الجوية المختلفة حيث تحملها الرياح وبحارى الماء وتكون رواسب الرمال فى بطون الوديان وعلى شواطئ البحار وفى الصحارى .

وقد تختلط بالكوارتز مواد معدنية أخرى ولو بكميات بسيطة فتعطيه ألواناً بحيث تطلق عليه أسماء مختلفة مثل :-

الجميت (Amethyst) — بنفسجى اللون لوجود أوكسيد المنجنيز به .

العقيق (Agate) — فى طبقات ملونة بألوان حمراء وصفراء نتيجة وجود أكاسيد الحديد (شكل ١٧) .



(شكل ١٧) قطاع لقطعة من العقيق

العقيق الدايسين (Chalcedony) — راسب من مياه كان مذاهاً بها ثانى

أوكسيد السليكون .



البَّسَب (Jasper) — وهو إما أخضر أو أحمر لاختلاط الكوارتز بمواد طينية وأكسيد الحديد.

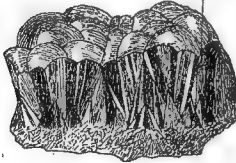
الصوان (Flint) — أكسيد السليكون ومعه مواد طينية.

وهذه المواد المذكورة يستعمل أغلبها في صناعة الجواهر ما عدا الأخير فقد كان استعماله في العصور الحجرية قبل أن يكتشف الإنسان طرق صهر واستعمال الفلزات (النحاس والحديد) فكان يصنع من الصوان آلاته للصناعة والصيد.

أكاسيد الحديد (Oxides of Iron)

١ الهيماتيت (مجر الدم) (Hæmatite.) — أكسيد الحديد. يتبلور في أشكال سداسية ويتشقق في قشور سداسية أيضاً. صلابته ٦ وثقله النوعي ٥.٢ لونه أسود شبه الحديد أو أحمر قاتم. مخدشه أحمر فاقع كلون الدم ومن ذلك تسميته. بريقه فلزي غير شفاف. ينصهر بصعوبة وينوب في حامض الأيدروكلوريك.

يوجد في الطبيعة إما متبلوراً وإما غير متبلور وهو الأغلب. ويكون في كتل مستديرة سطحها الخارجى أشبه بشكل الكيتين وتركيبه الداخلى في الياف متراصة لونها أحمر قاتم (انظر شكل رقم ١٨). ويوجد أحياناً على حالة مسحوق



دقيق ينتشر في الصخور فيكسبها اللون الأحمر فالأحجار الرملية الحمراء والعقيق الأحمر وغيرها من المعادن ذات اللون الأحمر يرجع لونها غالباً إلى وجود هذا المعدن فيها

(شكل ١٨) قطعة من الهيماتيت سطحها أملس مستدير وتركيبها في الياف متراصة

بكميات قليلة.

الليمونيت (Limonite) مثل الهيماتيت في تركيبه بزيادة ١٤ ٪ من الماء .

وهو في الغالب ترابي التركيب غير متباور يختلف لونه من الاسمر الى الاصفر .

والعفرة (Ochre) هي من هذا الفريق وتوجد في القطر المصري في شقوق

وطبقات تتخلل الصخور الرملية والجرانيتية القريبة من أسوان ومنها كان المصريون القدماء يصنعون الاصباغ التي يستعملونها في نقوشهم . ويُندل الآن مجهود لأحياء هذه الصناعة .

### أكاسيد المنجنيز (Oxides of Manganese)

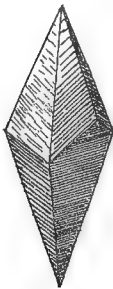
المنجنيز كالحديد له أكاسيد متعددة يختلف بعضها عن بعض باختلاف نسبة المنجنيز للاوكسجين . أهم هذه الاكاسيد معدن أسمه پسيلوميلاين (Psilomelane) يوجد عادة في كتل غير متباورة صلابته ٥ره وقله النوعي ٢ره أسود اللون . بريقه شبه فزى غير شفاف . لا ينصهر الا بصعوبة .

وتوجد أكاسيد المنجنيز مختلطة باكاسيد الحديد بكثرة في أواسط شبه جزيرة سيناء وهو يستغل على نطاق واسع في منطقة « أم بجما » ويستعمل لصناعة أنواع خاصة من صلب الحديد تمتاز بصلابتها .

وتوجد أكاسيد المنجنيز أحيانا موزعة في ذرات صغيرة في كثير من الصخور فتكسبها لونا أسود .

### الكلسيت ( Calcite )

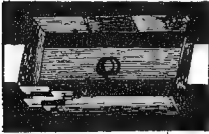
تركيبه الكيميائي كربونات الكالسيوم . يتباور في أشكال مختلفة تابعة لفصيلة السداسي (شكل ١٩) ولكنها سريعة التشقق الى أشكال معينة الوجهه تسمى ( Rhombohedron ) . صلابته ٣ وقله النوعي ٧٢ . شفاف لالون له . بريقه زجاجي . وخاصته أن يكسر أشعة الضوء كسرا مزدوجا



( شكل ١٩ )

بلورة من الكلسيت

( Double-refraction. ) بحيث اذا وضعت بلورة من الكلسيت فوق ورقة رسم عليها شكل ما فأنك ترى الشكل مزدوجا ( أنظر الشكل رقم ٢٠ ) .



(شكل ٢٠) يوضح كسر الكلسيت  
للضوء كسرا مزدوجا

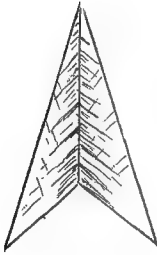
الأحماض تؤثر في الكلسيت فينبعث منه غاز ثاني أوكسيد الكربون .  
والكلسيت يأتي بعد الكوارتز من حيث شيوعه في صخور الأرض . فيوجد في بعض الصخور النارية كما أنه يوجد في عروق تتخلل الصخور الجيرية وكذلك

في الكهوف يوجد في أعمدة رشيقة تتدلى من سقوف الكهوف وترتفع من أرضها وهي المعروفة بالاستلاكتيت والاستلاجميت ( Stalactites & Stalagmites ) .  
وسيتأتى وصفها بعد . وهي نتيجة تسرب مياه مشبعة بالمواد الجيرية إلى الكهوف ثم تبخرها فتترك وراءها المادة الجيرية إما معلقة في السقف حيث تدخل المياه في أول الأمر أو على الأرض مقابل الأولى حيث تسقط منه .

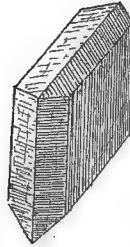
والرخام هو في الواقع عبارة عن بلورات متماسكة من الكلسيت تبلورت بعد انصهار الحجر الجيري بعامل الحرارة الناتجة من صخور نارية تدخلت فيها .

### الجبس (Gypsum)

تركيبه الكيميائي كبريتات الكلسيوم مع الماء . يتبلور في بلورات معينة الشكل تابعة لفصيلة الميل الواحد (شكل ٢١) وفي بلورات توأمية تشبه رأس الرمح (شكل ٢٢) . التشقق كامل . الصلابة ٢ والثقل النوعي ٢.٢ وهو معدن شفاف لا لون له . بريقه لؤلئي أو زجاجي . ويندوب في حامض الأيدروكلوريك بعد تسخينه . وإذا حرق في الأفران يفقد الماء المتحد معه وينتج عن ذلك المصيص ( Plaster of Paris ) المستعمل في طلاء البناء .



(شكل ٢٢) قطاع بلورة توأمية من الجبس



(شكل ٢١) بلورة من الجبس

ويوجد الجبس بكميات كبيرة صالحة للاستغلال بالقرب من البلاح وفأيد على قنال السويس وكذلك قرب مريوط غرب الاسكندرية كما أنه توجد أنواع رديئة منه على سطح الهضبة التي تحد ضفة النيل الشرقية من القاهرة حتى قنا. ومن هذا النوع يصنع الجبس البلدى المعروف .

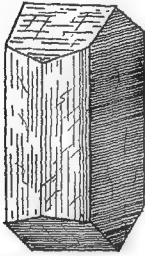
وتوجد قرب شواطئ البحر الأحمر وخليج السويس جبال ترتفع بعضها ارتفاعا كبيرا ومعظمها من الجبس كما أنه يوجد فى طبقات سميكه تحت سطح الأرض فى مناطق البترول .

### الفلسبار ( Felspar )

يطلق هذا الاسم على فصيلة من المعادن تركيبها الكيميائى سليكات الألومنيوم مع واحد أو أكثر من أكاسيد البوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم . وهى معادن تدخل فى تركيب أغلب الصخور النارية كالجرانيت والديوريت والبازلت . وهذه المعادن هى التى تتحول بفعل الأمطار والعواض الجوية الأخرى الى المواد الطينية المعروفة .

وأهم أنواع الفلسبار هى : —

الأرتوكلاز (Orthoclase) - وهو سيليكات الألومنيوم والپوتاسيوم، يتبلور



(شكل ٢٣)

بلورة من الأرتوكلاز

في منشورات تابعة لفصيلة الميل الواحد (شكل ٢٣). يتشقق بسهولة. صلابته ٦ وثقله النوعي ٢.٥. يختلف لونه بين الأبيض والمائل للأحمر والرمادي وقد يكون شفافا لالون له وقد يكون غير شفاف وهو الأغلب. بريقه زجاجي. وهو من المعادن الأساسية في صخر الجرانيت. وتبعاً للون الأرتوكلاز يكون لون الجرانيت لوفرتة فيه. لجرانيت أسوان الوردى يرجع لونه لكون الأرتوكلاز الذي به أحمر والجرانيت الأسمر لون الأرتوكلاز به أبيض.

الپلاجيوكلاز (Plagioclase) - هذا الاسم ينطوي تحته عدة أنواع من

الفلسبار هي سيليكات الألومنيوم مع الصوديوم أو الكالسيوم بدل الپوتاسيوم كلها تتبلور في منشورات تابعة لفصيلة الميول الثلاثة. وثقلها النوعي يزيد قليلاً عن الأرتوكلاز. وتوجد غالباً في بلورات صافية غير ملونة تشبه الزجاج.

وهذه المجموعة من معادن الفلسبار تدخل غالباً في تركيب الصخور البركانية والصخور القاعدية (وسأقى تفسير ذلك عند التكم عن الصخور).

ومن أهم أنواع الپلاجيوكلاز :-

الألبيت (Albite) وهو فلسبار الصوديوم.

والأنورتيت (Anorthite) . وهو فلسبار الكالسيوم .

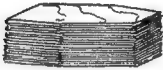
الكاولين (Kaolin) . أو الطين الصيني (China-clay) هو سيليكات الألومنيوم +

ماء وهو عادة عبارة عن مسحوق أو كتل بيضاء رخوة وقد يكون لونها مائلاً للصفرة نتيجة

اختلاط أكاسيد الحديد بها . وهو نتيجة تحلل الفلسبار . ويوجد بكثرة في الصين وفرنسا وألمانيا وغيرها ومنه تصنع الأواني الصينية ( الخزف ) . وهو يوجد بكميات متفاوتة في جميع الصخور الطينية على أن في بعضها كطمي النيل مثلا نسبة السكاويلين صغيرة جداً .

### الميك (Mica)

يطلق هذا الاسم على مجموعة هامة من المعادن تشترك في صفات أهمها أنها جميعاً سليكات الألومنيوم مع واحد أو أكثر من أكاسيد البوتاسيوم أو المغنيزيوم أو الحديد أو غيرها . وهي جميعاً تتباور في أشكال سداسية تابعة لفصيلة الليل الواحد . وأهم خواصها قدرتها على التشقق إلى صفائح سداسية متناهية في الرقة ( شكل ٢٤ ) . وكلها شفافة إلا أن بعضها أبيض والبعض الآخر أسود أو ملون بألوان قائمة أخرى . وصلابتها ٢٫٥ والثقل النوعي ٢٫٩ وبريقها زجاجي . وتوجد الميكا كمعدن أساسي في صخر الجرانيت ( الذي يتكوّن إذن من الكوارتز والفلسبار والميكا ) وفي أغلب الصخور المتحولة .



( شكل ٢٤ )  
بلورة من الميكا  
توضح خاصية التشقق

وكثيراً ما توجد الميكا في قطع كبيرة تشقق إلى ألواح عريضة شفافة تستغل لاستعمالها في بعض الآلات الكهربائية وبدل الزجاج في أغراض شتى إذ تمتاز عنه بركة ألواحها وخفتها وعدم قابليتها للكسر وعدم تأثرها بالحرارة الشديدة . وتأثير عوامل الطبيعة على الصخور التي تحتوي على الميكا تنفقت هذه إلى قطع صغيرة جداً يمكن ملاحظتها لبريقها في غرين النيل وكثيراً ما يظنها العامة قطعاً من الذهب لاصفرارها ورهجها .

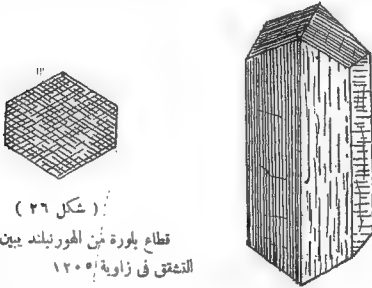
ومن أكثر أنواع الميكا شيوعاً : —

الميك الأبيض (Muscovite) — وهي سليكات الألومنيوم والبوتاسيوم .

والبيط السوداء (Biotite) — وهى سليكات الألومنيوم والمغنيزيوم والحديد .

### الهورنبلندر (Hornblende)

تركيبه الكيميائى سليكات المغنيزيوم والكلسيوم والحديد مع قليل من الألومنيوم . يتباور فى منشورات تابعة لفصيلة الميل الواحد (شكل ٢٥) ينشق تسققاً كاملاً فى اتجاهين موازيين لوجهين من أوجه المنشور وهما اتجاهان يتقاطعان فى زاوية  $120^\circ$  بحيث يظهر القطاع الأفقى تحت عدسة المجهر تقطعه خطوط كما فى (الشكل رقم ٢٦) . وهذه من الخواص التى تميزه من معدن آخر مشابه له اسمه



( شكل ٢٦ )

قطاع بلورة من الهورنبلند بين تقاطع خطوط  
التشقق فى زاوية  $120^\circ$

(شكل ٢٥) بلورة من الهورنبلند

الأوجيت يأتى وصفه بعد . وصلابة الهورنبلند تختلف من ٥ الى ٦ وثقله النوعى نحو ٣ ولونه أسود غير شفاف .

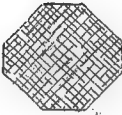
وهو يوجد فى كثير من الصخور النارية مثل جرانيت أسوان . وهو من المعادن الأساسية فى صخر الديوريت وفى بعض الصخور المتحولة .

والأزبستوس (Asbestos) أو حجر القليل هو من أنواع الهورنبلند

مركب من ألياف طويلة رخوة يمكن فصلها فى خيوط قابلة للحياكة تعمل منها أقمشة تقاوم الحريق .

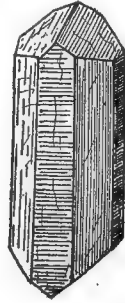
### الأوجيت ( Augite )

يشبه الهورنبلند في تركيبه الكيميائي وفي تبلوره في منشورات تابعة لفصيلة الليل الواحد إلا أن زواياه المنشورية تختلف عن الأولى ( شكل ٢٧ ) . كذلك تشققه في اتجاهين موازيين لوجهين من أوجه المنشور ولكنهما يتقاطعان في زاوية قائمة تقريباً . كما في ( الشكل رقم ٢٨ ) .



( شكل ٢٨ )

قطاع بلورة من الأوجيت يوضح تشققها في اتجاهين متقاطعين في زاوية قائمة



( شكل ٢٧ ) بلورة من الأوجيت

أما اللون فأسود وغير شفاف والبريق زجاجي والصلابة من ٥ إلى ٦ والثقل النوعي ٣.٥٣ . وهو من المعادن الشائعة في الصخور البركانية القاعدية كالبازلت .

### الأوليفين ( Olivine )

تركيبه الكيميائي سليكات المغنيزيوم والحديد . يتبلور في منشورات تابعة لفصيلة المعين . صلابته ٧ وثقله النوعي ٣.٥٤ ولونه أخضر مائل للصفار . شفاف . زجاجي البريق .

وهو من المعادن الشائعة في الصخور القاعدية كالبازلت وبعض الصخور البركانية الأخرى . ومن أنواعه المستعملة في الجواهر الزبرجد ( Peridot ) . ولونه أخضر جميل إلا أن صلابته أقل بكثير من صلابة الأحجار الكريمة الأخرى



ولذلك فقيمته تقل كثيراً عن الماس والزمرد والياقوت مثلاً .  
والزبرجد يوجد بكثرة في جزيرة الزبرجد بالبحر الأحمر جنوب القصير .

## الصخور

جرت العادة أن يطلق لفظ صخر على كل مادة صلبة تدخل في تكوين القشرة الأرضية . وقد كانت الصلابة شرطاً لازماً في الصخر فأخرجت لذلك مواد كالرمل والطين لا تختلف عن الصخور الأخرى إلا رخاوتها . أما الاستعمال الجيولوجي لهذا اللفظ فيترك جانباً خاصة الصلابة ويشمل اذ ذاك جميع المواد المركبة من معادن أو أكثر التي تدخل في تركيب القشرة الأرضية . فالجرانيت والحجر الجيري والرمل والطين كلها صخور . ويكون التعريف العلمي للصخر هو كل مادة مكونة في الطبيعة من معدين أو أكثر .

وقد يكون الصخر مكوناً من معدن واحد كالبحر الجيري والجبس مثلاً إلا أن وجوده بكميات هائلة حيث يكون طبقات مترامية الأطراف أو جبال كبيرة يجعله أقرب للصخور منه للمعادن اذ لا يمكن أن تتوافر فيه أهم صفات المعادن وهي التناسق في جميع أجزائه .

ويختلف بعض الصخور عن بعض في خواص كثيرة ولا بد لدراستها من الاحاطة بهذه الخواص . على أنه تسهيلات لدراسة الصخور يجب أن تقسمها الى أقسام أو فئات ولا يمكننا هنا اتباع الطريقة التي اتبعناها في تقسيم المعادن باعتبار تركيبها الكيميائي أساساً لهذا التقسيم اذ أنه قد يتشابه صخران في التركيب الكيميائي أو المعدني بينما هما مختلفان في أصل تكوينهما كل الاختلاف .

وقد اتفق الجيولوجيون على تقسيم الصخور بحسب طرق تكوينها في الطبيعة

ثلاثة أقسام : —

(أولاً) الصخور النارية (Igneous Rocks) — ويعبر عنها أحياناً بالصخور

المتبلورة (Crystalline Rocks) أو الصخور الأولية (Primary Rocks)

وهي التي تكونت من مواد معدنية مصهورة تصلبت بالبرودة . ومن هذا الفريق الجرانيت والبازلت .

(ثانياً) الصخور الرسابية (Sedimentary Rocks) — وتعرف أيضاً بالصخور

الطباقية (Stratified Rocks) أو الصخور الثانوية (Secondary Rocks)

وهي نتيجة تراكم مواد ناتجة من تفتت الصخور الأولية أو صخور رسابية أخرى أو مواد أفرزتها حيوانات أو نباتات ثم تماسكت بالضغط والتجفيف أو رسوب مواد أخرى بين ذراتها . ومن أمثلة هذا الفريق الأحجار الرملية والجيرية والطينية .

(ثالثاً) الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks) — وهي صخور كانت في

أول تكوينها إما نارية وإما رسابية ثم تأثرت بعوامل أدت إما إلى تعريضها لحرارة مرتفعة جداً أو لضغط عظيم وإما للثنين معا فاكتسبت من جراء ذلك خواص أخرى ليست لأى النوعين السابقين . أى أنها تحولت من الحالة الأصلية إلى حالة جديدة . ومن أمثلة هذه الصخور الرخام (Marble) والاردواز (Slate) .

### ملاحظات عامة عن الفرق بين الصخور النارية والرسابية والمتحولة

قبل أن نأتي على نياز أم الصخور من كل نوع يجب أن نستعرف الفرق بين كل من الأنواع الثلاثة على وجه الأجمال .

ولكي نقرب إلى ذهن طريقة تكوين الصخور النارية يجب أن نذكر أن من أفواه البراكين الناشطة تخرج مواد مصهورة هي الحمم البركانية ذات حرارة مرتفعة جداً . هذه المواد بمجرد تعرضها للجو تبتدى في البرودة فلا يمضي وقت طويل حتى تقف عن الاندلاع وتتجمد إلى صخر أسود صلب يشبه كثيراً حجر البازلت الذي ترصف به شوارع مدنتنا الكبيرة . ومثل هذا

حدث عند تكوين الصخور النارية فهي في الأصل مادة حارة مصهورة أشبه بالحم البركاني تجمدت بعد ذلك بانخفاض حرارتها . على أن هذا التجمد قد يحدث على السطح كما في اللث الذي أوردناه وقد يكون في داخل الأرض ولكن على عمق غير كبير وفي هذه الحالة تكون البرودة والتصلب أبطأ قليلا مما يحدث على السطح . على أن هناك حالات بردت فيها المواد المصهورة على عمق كبير داخل الأرض حيث درجة الحرارة أكبر كثيرا مما هي على السطح وهنا يكون التبريد أبطأ كثيرا .

ولقد قدمنا عند التكلم عن التبلور في المعادن أن المادة المصهورة إذا بردت تتخذ أشكالاً بلورية تختلف باختلاف المعادن نفسها ففي الحالات التي تبرد فيها هذه المواد ببطء يكون تبلورها أتم وفي الحالات التي تبرد فيها بسرعة لا يكون هناك من الوقت متسع لنمو البلورات النمو التام .

فمن ذلك تجدد الصخور التي تصلبت في باطن الأرض على أعماق كبيرة جميع معادنها متبلورة تبلورا ظاهراً . وأقل من ذلك المواد التي تجمدت قرب السطح . وأقل من هذه أيضاً التي تبلورت على السطح . وفي هذه الحالة الأخيرة قد تتصلب المعادن على حالة تشبه الزجاج .

فما تقدم نرى أن أهم صفات الصخور النارية أن تكون متبلورة أو زجاجية في تركيبها . هذا ولما كانت المواد المصهورة التي منها تكونت جميع الصخور النارية هي في الأصل في داخل الأرض ومنها تصعد إلى السطح فهي تدخل في جميع ما يقابلها من الشقوق والتجاويف التي بالفتحة الأرضية أو إذا وصلت إلى السطح قلنا تسيل على جوانب الفتحة التي منها اندلعت إلى السطح فهي يحكم ذلك أما متدخلة في صخور أخرى في عروق وشقوق وأما موزعة على السطح فهي إذن ليست في طبقات متتابعة .

وهناك صفة أخرى لهذه الصخور نتيجة تكوينها من مواد مصهورة وهي أنها خالية تماماً من بقايا مواد حيوانية أو نباتية إذ لا يقيس لهذه أن تعيش عليها .

س فأمم خواص الصخور النارية إذن أنها متبلورة أو زجاجية وليست في طبقات

### ولا تحتوي أى حفريات

أما الصخور الرسابية فيمكن تصور طريقة تكوينها إذا أخذنا الماء من الماء وصبنا فيه مادة رملية مثلاً فهذه ترسب إلى القاع حيث تكون طبقة أفقية متساوية السمك تقريباً . فإذا صبنا مادة أخرى طينية مثلاً فهذه ترسب في طبقة فوق الطبقة الأولى حتى إذا كررنا هذه العملية عدة مرات وبعواد مختلفة أنتجت طبقات أفقية تتلو الواحدة منها الأخرى .

فإذا اعتبرنا البحار والبحيرات كأنها أحواض كبيرة تأتي إليها الانهار والرياح بمواد صخرية مفتته فإن هذه المواد ترسب إلى القاع وتكون طبقات يتلو بعضها بعضاً كما قدمنا . هذه المواد يحكم الضغط الواقع فوقها وبما يرسب بين خزائنها من مواد أخرى قد تتصلب إلى صخور صلبة هي الصخور المعروفة بالرسابية .

ولا ينظر من طريقة التكوين التي وطقنا أن تكون هذه الصخور متبلورة لأنها لم تتصلب من انصهار أو من حالة ذوبان إلا في بعض أحوال خاصة .

كذلك نعلم أن البحار والأنهار والبحيرات هي مأوى لكثير من أنواع الحياة من نباتات وحيوانات . هذه تعيش ثم تموت ففسقسط أجسامها الى القاع بين ما يرسب عليه من المواد الاخرى فالأجزاء الرخوة ومنها اللحم والدماغ قد تتحلل وتندثر أما الأجزاء الصلبة كالعظام والحارات فهذه تبقى حتى تدفن تحت ما يرسب فوقها من المواد ومن ثم تصير الى حفريات ودفائن لها أهمية جيولوجية خاصة كما سيأتى بعد .

لما تقدم نرى أن أهم صفات الصخور الراسبة أن تكون غالباً غير متبلورة ولا زجاجية وان تكون فى طبقات متتالية وقد تحتوى حفريات .

أما الصخور المتحولة فلا يصعب تصور طريقة تكوينها إذ أننا نعلم أن كل مادة معدنية صلبة إذا زفعت حرارتها لدرجة معينة تنصهر فإذا أعيد تبريدها فأنها تتبلور وتكون بلوراتها ظاهرة إذا كان تبريدها ببطء . مثال ذلك إذا أخذنا قطعة من الحجر الجيري وهو صخر راسب فى أصل تكوينه وعرضناها لحرارة مرتفعة جداً فأنها تنصهر فإذا أعدنا تبريدها ببطء فإن المادة المكونة لها وهي كربونات الكالسيوم تتخذ شكلها البلورى أى تتحول الى بلورات من معدن الكلسيت فيتحول بذلك الحجر الجيري الى صخر قوامه بلورات من الكلسيت وهو الرخام المعروف . فالرخام إذن صخر متحول من الحجر الجيري بالحرارة . وقد حدث هذا كثيراً فى الطبيعة . بتدخل المواد المصهورة الساخنة فى طبقات الحجر الجيري المكونة لبعض أجزاء القشرة الأرضية .

كذلك إذا أخذنا صخراً نارياً كالجرانيت مثلاً وهو مكون من بلورات متماسكة من معادن الكوارتز والفلسبار والميكائيل ووضعناه تحت ضغط شديد جداً وحرارة كافية لابتداء انصهاره ولو انصهار جزئياً فإن البلورات المكونة له يتعدل وضعها بحيث تندمج فى طبقات رقيقة متوازية أطولها فى اتجاه مضاد للاتجاه الواقع منه الضغط . فإذا بردت ثانياً فإن الصخر الناتج يكون متبلوراً ولكنه فى طبقات رقيقة متوازية . وهذا قد حدث كثيراً فى الطبيعة من جراء تقلصات أرضية عنيفة تعرض الجزء من القشرة الأرضية الواقعة فيه هذه التقلصات الى ضغط شديد ينتج عنه نوع من الصخور اسمه الجنييس (Gneiss) ونوع آخر اسمه الشيست (Schist) وهى صخور متحولة من صخور نارية أو راسبة بتأثير الحرارة والضغط الشديدين .

لما تقدم نرى أن الصخور المتحولة هي غالباً متبلورة وقد تكون فى طبقات رقيقة متوازية وقد يكون بها حفريات إلا أن هذه قد يتغير شكلها الاصلى تغييراً كبيراً .

### ٢١) صخور النارية ٢٢) صخور الرسوبية

تتكون الصخور النارية فى الطبيعة اما داخل القشرة الأرضية وتسمى صخوراً متدخلة ( Intrusive ) لتدخلها بين طبقات وفى شقوق وفجوات الصخور الاخرى

المكونة لهذه القشرة. وإما على سطح الأرض وهي المعروفة بالسطحية (Extrusive). وهذه الأخيرة يطلق عليها أيضاً اسم الصخور البركانية ( Volcanic ) لأن معظمها يتكوّن نتيجة تفاعلات بركانية.

هذا التقسيم طبيعي ومع هذا فإن القسمين يرتبط أحدهما بالآخر ارتباطاً وثيقاً بحيث يمكن التدرج من نوع لآخر في سلسلة درجات غير محسوسة ، ذلك لأن المادة المنصهرة في صعودها من جوف الأرض إلى السطح يتصلب حتماً جزء منها على أعماق كبيرة داخل الأرض وجزء قرب السطح وجزء على السطح نفسه وتتدرج الصخور الناتجة عن ذلك في خواصها من نوع لآخر تدرجاً تاماً.

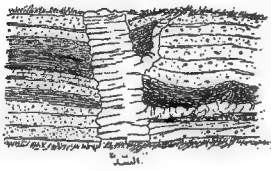
ولما كانت الصخور النارية المتدخلة قد تكونت في أول الأمر داخل القشرة الأرضية كان ظهورها الآن على السطح ليس الا نتيجة عوامل أخرى حدثت بعد تكوينها بزمان طويل ، ومن هذه العوامل ما يؤدي إلى تأكل الصخور التي فوقها وهي ما يعبر عنها بعوامل التعرية وسيأتي الكلام عنها بعد ، أو قد يكون ظهورها نتيجة تقلصات في القشرة الأرضية تؤدي إلى بروز أجزاء من هذه القشرة وهي العوامل التي أدت إلى بروز سلاسل الجبال العظيمة وسيأتي بحثها أيضاً فيما بعد .

### الحالات التي ترمز عليها الصخور النارية في الطبيعة

الصخور المتدخلة — توجد هذه على الحالات الآتية : —

المبرود (Dykes) — وهي عروق من الصخر تصلبت من مواد معدنية منصهرة بعد دخولها في شقوق مستطيلة تخترق صخوراً أخرى ، وهذه السدود تختلف طولاً من بضعة أمتار إلى عدة كيلومترات وفي سمكها من بضعة سنتيمترات إلى عشرات الأمتار وتغور في الأرض طبعا إلى أعماق حتى تتصل بمصدر المواد المنصهرة .

وهى على هذه الحالة تحترق الصخور الراسبة أو النارية أو المتحولة فتحدث فيها عادة تحولاً على جانبها نتيجة تدخلها وهى على حرارة مرتفعة. (أنظر الشكل رقم ٢٩) والصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة الأولى.



(شكل ٢٩) يمثل سداً من الصخور النارية  
يخترق مجموعة من الطبقات الراسبة

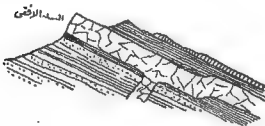
وقد تكون هذه السدود من صخر أشد صلابة من الصخور التى على جانبها فيقاوم عوامل التعرية أكثر منها فتتأكل هذه ويبقى السد كحائط هائل قد يمتد عدة كيلومترات كما قدمنا.

وقد يكون السد أقل صلابة من الصخور الأخرى فيتأكل هو ويترك خندقاً مستطيلاً بينها.

وأغلب هذه السدود رأسى على أن بعضها يميل عن الرأسى فى زوايا إما صغيرة أو كبيرة وفى هذه الحالة الأخيرة يتدرج الى :

### السدود الأفقية (Sills & Sheets) — وهذه تظهر كأنها طبقات من

الصخر النارى بين طبقات الصخور الأخرى وهى نتيجة تدخل مواد مصهورة فى



(شكل ٣٠)

قطاع يوضح تدخل سد أفقى بين طبقات راسبة

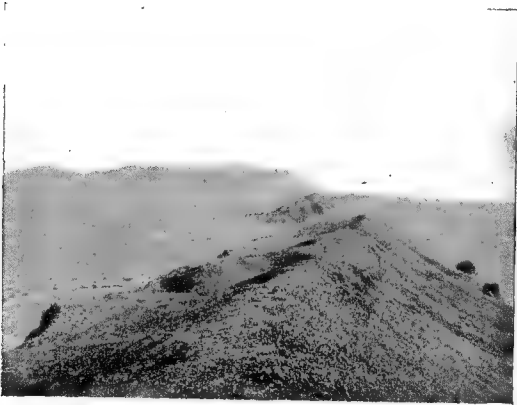
طبقات من صخور راسبة غير متماسكة. فقد تجد المادة المصهورة أن تدخلها بين الطبقات أسهل من صغودها إلى أعلى فتندفع بين الطبقات كما فى (الشكل رقم ٣٠)

وهذه السدود الأفقية تختلف فى سمكها وامتدادها كما أنها تحدث تحولاً فى الصخور الملاصقة لها من أعلى وأسفل كما فى السدود الأخرى.

(اللوحة ١)



(أ) سد من الدولوريت الاسود يقطع طبقات من الصخور الجيرية البيضاء — يشبه جزيرة سيناء



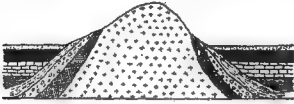
(ب) « رقة النعام » — سد من الدولوريت ممتد في سهل من الصخور الطباشيرية بصحراء النيه  
يشبه جزيرة سيناء





**الكتل** ( Laccoliths, Bathyliths & Stocks. ) وهي كتل كبرى

من الصخور النارية قد تبلغ حجماً كبيراً فتكوّن سلاسل من الجبال تبلغ ارتفاعاً عظيماً وامتداداً أعظم وقد تكون كتلاً محلية صغيرة . وهي نتيجة تدخل مواد مصهورة في قعر محصورة من القشرة الأرضية . وقد تحدث في تدخلها هذا تضريباً



( شكل ٣١ )

نواة لسلسلة كبرى من الجبال كتلة من الصخور النارية متدخلة في طبقات راسبة

كما هو الحال في معظم سلاسل الجبال الكبرى كالآلب والهملايا والبرانس .

وهذا النوع الأخير يحيط به عادة هالة كبرى من الصخور المتحولة نتيجة الحرارة التي تصاعدت من هذه المواد المصهورة وكذلك الضغط الناشئ عن الحركة الأرضية التي أدت إلى تدخلها . هذه الكتل العظيمة تتصلب عادة في جوف الأرض على عمق كبير وهي مع ذلك تظهر على السطح بحكم نشاط العوامل الطبيعية المعروفة بعوامل التعرية التي تنشط نشاطاً محسوساً في الأجزاء البارزة من سطح الأرض .

**الصخور النارية السطحية** — توجد هذه الصخور على الحالات الآتية : —

**الطفوح البركانية** ( Volcanic Lava ) وهي صخور نارية في طبقات

غير منتظمة تنتشر حول فوهة بركان أو على جانبي شق في القشرة الأرضية . وهي نتيجة تصلب مواد مصهورة خرجت إلى السطح على شكل حمم بركاني أو تدفقت من شقوق مستطيلة في الأرض .

وترى سطوح هذه الطفوح عادة غير منتظمة تكتنفها تعاريج نتيجة انصباب

هذه المواد المصهورة الزجة كما أن في سطحها ثقب نتيجة انفجار الغازات المحبوسة في المواد المصهورة .

**الرماد البركاني (Volcanic Ash)** هي صخور مكوّنة من ذرات دقيقة قد توجد متفككة أو متماسكة موزعة قرب مناطق بركانية أو بعيدة عنها وفي هذه الحالة الأخيرة تكون قد حملها الرياح أو المياه الجارية من مصادرها الأصلية الى أماكنها الحالية.

هذه الصخور هي نتيجة تفتت المواد المصهورة المنبعثة من أفواه البراكين بالانفجارات الناشئة من خروج الغازات المحبوسة فيها . وقد تكون هذه المواد خليطاً من ذرات رقيقة وقطع كبيرة وفي هذه الحالة يسمى الصخر بـ **بركاني (Volcanic Breccia)** .

### تقسيم الصخور النارية الى فصائل وأنواع

يُعتمد في تقسيم الصخور النارية الى فصائل مختلفة على أساسين : —  
( أولاً ) التركيب الكيميائي وما يتبع ذلك من التركيب المعدني للصخر .  
( ثانياً ) الحالة التي تصلبت فيها الصخور من المادة المصهورة .

### التركيب الكيميائي والمعدني

قدما عند التكلم في المعادن أن المعروفة منها في الطبيعة تفوق ٨٠٠ معدن الا أن قليلا منها فقط يدخل في تركيب الصخور . فإذا اعتبرنا الصخور النارية فقط وجدنا أن معظمها مكون من معادن تركيبها الكيميائي السيليكات أعني معادن مكوّنة من ثاني أكسيد السليكون مع أكسيد أخرى فلزية وغير فلزية . ولذلك اتخذت نسبة ثاني أكسيد السليكون في الصخور قاعدة لتقسيمها الى فصائل عامة . فالصخور التي بها نسبة هذا الاوكسيد مرتفعة أي أكثر من ٦٠٪ تسمى حمضية

لأن أكسيد السليكون هو في اعتبار الكيميائيين من الأكاسيد الحمضية . وأما الصخور الفقيرة في ثاني أكسيد السليكون فتكون نسبة أكاسيد الحديد والمنجنيز بها كبيرة وهذه تسمى قاعدية لأن هذه الأكاسيد الغازية عند الكيميائيين تسمى أكاسيد قاعدية .

فاعتمادا على هذا الأساس قسمت الصخور النارية الى : —

صخور حمضية (Acid Rocks) نسبة ثاني أكسيد السليكون بها أكثر من ٦٦ ٪ .

صخور متوسطة (Intermediate Rocks) نسبة ثاني أكسيد السليكون بها بين ٦٦ ٪ و ٥٢ ٪ .

صخور قاعدية (Basic Rocks) نسبة ثاني أكسيد السليكون بها أقل من ٥٢ ٪ .

وهناك فصيلة صغيرة سميت صخورا فوق القاعدية (Ultra-Basic Rocks) وهذه تقل نسبة ثاني أكسيد السليكون بها عن ٤٠ ٪ .

ورغم أن التركيب الكيميائي للصخور هو عادة كثير التعقيد فإن التركيب المعدني أقل تعقيدا لقلة عدد المعادن التي تدخل في تركيب الصخر الواحد . وإن كان الصخر يتكون من عدة معادن فإن عددا قليلا منها فقط يعتبر أساسيا فيه والمعادن الأخرى ثانوية حيث توجد بكميات قليلة .

أما المعادن الأساسية في تركيب الصخور النارية فهي : —

الكوارتز — الفلسبار — الميكا — الهورنبلند — الأوجيت — الأليشين .

فأغلب الصخور تتكون من معدنين أو أكثر من هذه المعادن مثال ذلك

الجرانيت مركب من الكوارتز والفلسبار والميكا كعادن أصلية مع معادن أخرى بكميات قليلة وهذه تختلف بين نوع وآخر من أنواع الجرانيت .

هذه المعادن الأساسية الستة تنقسم قسمين : —

- ( ١ ) قسم باهت اللون خفيف الوزن وهو الكوارتز والفلسبار .
  - ( ٢ ) قسم قائم اللون ثقيل الوزن وهو الميكا والهورنبلند والأوجيت والأوليفين .
- فالصخور الحمضية تحتوى على نسبة أكبر من النوع الأول فهي باهتة اللون خفيفة الوزن نسبياً .

والصخور القاعدية تحتوى على نسبة أكبر من النوع الثانى فهي قائمة اللون ثقيلة الوزن .

### الحجارة التى تكونت عليها الصخور النارية

قدمنا أن الصخور النارية تتجمد من مواد مصهورة إما على سطح الأرض أو فى داخلها على أعماق قليلة أو كبيرة. ولكل نوع من هذه الأنواع صفات يتميز بها عن النوعين الآخرين. ويمكن لذلك تقسيم كل من الصخور الحمضية والقاعدية على هذا الاعتبار الأخير ثلاثة أقسام : —

#### ( ١ ) الصخور الجوفية (Plutonic Rocks) وهى التى تصلبت على أعماق

كبيرة فى جوف الأرض تحت عوامل من الضغط والحرارة جعلت التبريد بطيئاً وبذلك تمكنت المعادن المكونة لها من التبلور تبلوراً ظاهراً ومن أمثلة هذه الصخور الجرانيت والديوريت .

#### ( ٢ ) الصخور المتطفلة (Intrusive Hypabyssal Rocks) وهى التى

تدخلت فى صخور القشرة الأرضية وتصلبت قريباً من السطح كالسدود والعروق.

وهذه تصلبت من المواد المصهورة تحت عوامل أدت الى تبلور المعادن المكونة لها ولكن لدرجة أقل من الأولى ومن أمثلة هذه الصخور الفلسيت والدولوريت .

### (٣) الصخور البركانية (Volcanic Rocks) — وهى التى تصلبت على

السطح قرب فوهات البراكين أو الشقوق التى أنبعث منها المواد المصهورة الى السطح. وهذه تجمدها سريع فقد تتمكن المعادن المكونة لها من التبلور تبلورا غير ظاهر وقد لا تبلور ولكنها تتصلب على شكل زجاج ومن أمثلتها البازلت .

هذا التقسيم كما قدمنا تقسيم اصطلاحى ولكنه على كل حال يمكننا من وضع جميع الصخور النارية فى أقسام وأنواع تسهل دراستها .

فبضم هذين الأساسين يمكننا تقسيم جميع الصخور النارية على حسب الجدول الآتى : —

الفصيلة	نسبة ثانى أوكسيد السليكون	الثقل النوعى	المعادن الاساسية	صخور جوفية	صخور متدخلة	صخور بركانية
الصخور الحضية	أكثر من ٦٦٪	٢٦٥	كوارتز أرتوكلاز ميكا	جرانيت	فلسيت	ريوليت Rhyolite
الصخور المتوسطة	٦٦٪ الى ٥٢٪	٢٨٠	أرتوكلاز أوبلايوكلاز هورنبلند	سيانيت ديوريت	بورفير بورفيريت	تراكييت Trachyte اندسيت Andesite
الصخور القاعدية	أقل من ٥٢٪	٢٩٠	بلاجيوكلاز أوجيت أوليفين	جابرو	دولوريت	بازلت Basalt
الصخور فوق القاعدية	٤٠٪	٣٣٠	أوجيت أوليفين	پريدوتيت		لمبرجيت Limburgite

## الجرانيت ( Granite )

صخر نارى جوفى مكون من الكوارتز والأرثوكلاز والميكا وفى بعض الأنواع يوجد الهورنبلند بدل الميكا أو معها . وقد يحتوى معادن أخرى غير أساسية بكميات قليلة وتختلف من نوع لآخر .

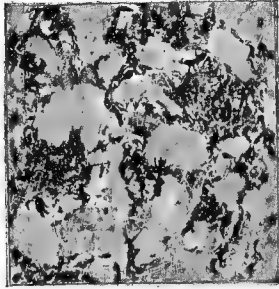
وهو ظاهر التبلور ولو أن بلورات المعادن يتدخل بعضها فى بعض بحيث لا تبلغ أحداها شكلها الخارجى التام . وهذه البلورات قد تكون كبيرة الحجم فيقال جرانيت خشن ( Coarse granite ) ( اللوحة الثانية شكل ١ ) . وقد تكون صغيرة الحجم فيقال جرانيت دقيق ( Fine-grained granite ) ( اللوحة الثانية شكل ب ) .  
لونه على العموم باهت ويختلف باختلاف لون الفلسبار المكون له فإذا كان وردى اللون أعطى الصخر فى مجموعه لونا أحمر وإذا كان أبيض اللون كان الصخر فى مجموعه رمادى اللون من اختلاط الميكا السوداء والفلسبار الأبيض .

والجرانيت من أكثر الصخور شيوعا فى الأرض فنه يتكون أساس القارات جميعا وهو يوجد دائما كنواة لسلاسل الجبال العظمى .

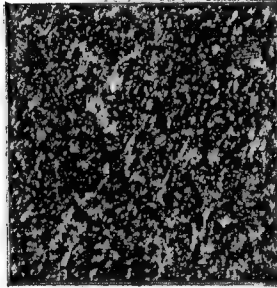
وهو منتشر فى الصحارى المصرية انتشارا عظيما فنه تتكون معظم سلسلة الجبال التى تفصل البحر الأحمر من وادى النيل ومنها جبال غارب والشايب وأبو حربه الخ . كذلك جبال شبه جزيرة سيناء الجنوبية ومنها سريال وأم شومر والعربة . ويغضى مناطق واسعة من سهول الصحراء الشرقية الجنوبية حيث قد تفتت من جراء عوامل الطبيعة كالأمطار والرياح . ويظهر الجرانيت على السطح فى الجزء الجنوبي من الصحراء الغربية وفى جبال العوينات واركنو .

و بتفتت الجرانيت تنفصل المعادن المكونة له الى ذرات . فأما الميكا والفلسبار فقد تتحول معظمها الى أتربة ومواد طينية وأما الكوارتز فتستدير حبيباته فتتكون منها الرمال التى تذررها الرياح فتغضى معظم سطوح الصحراء . ومن أهم أنواع

( اللوحة ٢ )



( ١ ) جرانيت اسواني خشن



( ب ) جرانيت اسواني دقيق البلور



( ج ) الحجر السماقي الامبراطوري ( Imperial Porphyry )





الجرانيت في مصر النوع المعروف بأسوان حيث يكون الشلالات التي تعترض مجرى نهر النيل قرب هذه المدينة كما في اللوحة الحادية عشرة رقم ١ . وهو لصلابته وحسن قابليته للانصقال قد استعمل منذ القدم كحجر من أهم أحجار الزخرف . فبنى منه قداماء المصريين كثير من معابدهم وهياكلهم وصنعت منه المسلات المصرية الشهيرة وبعض التماثيل .

وقد استعمل في العصور الأخيرة لبناء خزان أسوان ويستعمل الآن كأساس لقناطر نجع حمادى كما أنه استعمل في صناعة تماثيل نهضة مصر المقام في ميدان المحطة بالقاهرة . وتستعمل الأنواع الدقيقة الجيبية منه لرصف بعض الطرق في الاسكندرية لمئاته . ولولا بعد المسافة ونفقات النقل الباهظة لكان استعمال هذا الحجر في القطر المصرى أكثر مما هو الآن .

#### الفلسيت (Felsite)

هو الاسم الذى يطلق على سدود من الصخور النارية تتفق في تركيبها الكيميائى والمعدنى مع الجرانيت أى أنها تصلبت من مواد مصهورة تشابه تماماً المواد التى منها تصلب الجرانيت إلا أنها تصلبت بعد تدخلها في طبقات قريبة من سطح الأرض . وهى وأن كانت متبلورة فإن تبلورها عادة لا يظهر إلا تحت المجهر ( الميكروسكوب أو النظارة المظلمة ) . وهناك أنواع ترى فيها بلورات ثامة التكوين من الكوارتز أو الفاسبار أو هما معاً منتشرة في أرضية دقيقة التبلور وهذا التركيب يسمى تركيب پورفيرى ( Porphyritic ) ويرجع الى أن تبلور بعض المعادن قد بدأ قبل تبريد المعادن كلها فهذه وصلت الى درجة ثامة من النمو قبل تصلب باقى المادة .

وتكثر هذه السدود عادة حول المناطق الجرانيتية وقد تمتاز بصلابتها عن باقى الصخور فتكون سبباً في بروز بعض التلال المستطيلة لمقاومتها لعوامل الطبيعة . وتوجد سدود الفلسيت بكثرة في البحراء الشرقية وفي شبه جزيرة سيناء حيث تكون قمم بعض الجبال الشاهقة كجبل موسى مثلاً .

#### الريوليت (Rhyolite)

هو صخر بركانى يوافق في تركيبه الجرانيت والفلسيت وهو عادة زجاجى أو متبلور تبلوراً لا يرى إلا بالمجهر وقد توجد فيه بلورات پورفيرية كما قدمنا . ولا يوجد الريوليت بكثرة في القطر المصرى وهذا شأن باقى الصخور البركانية وذلك أما لائن تاريخ القطر المصرى الجيولوجى خال من التفاعلات البركانية وأما لائن هذه الصخور عادة تملوكل الصخور الاخرى ولذلك كانت هى أول ما تأثر بموامل التبريد فاشتت وضاعت معالمها . جيولوجيا م - ٧

### الزجاج الطبيعي (Obsidian)

هذا صخر يشبه الزجاج في جميع خواصه من حيث شكله وتركيبه وهو من الوجهة الكيميائية يشبه الجرانيت كثيراً على أنه لا بد من أنه قد تصلب تصلباً دائماً من المادة المصهورة فلم تتمكن أى معادنه من بلوغ حالة التبلور فتصلبت على شكل زجاج .  
ومن هذا النوع أيضاً حجر الخفاف (Pumice) المستعمل للعك في بعض الصناعات .

### السيانيت (Syenite)

أو الحجر الأسواني نسبة إلى أسوان التي كانت معروفة لليونان باسم سينا (Syena) حيث كشف هذا النوع من الصخور لأول مرة .  
وهو صخر يشبه الجرانيت في كثير من خواصه إلا أن مقدار السكاوتر فيه إما قليل أو معدوم مع وجود الهوربلند بكثرة .  
وهو مكون من الأرتوكلاز والهوربلند كمعادن أساسية عدا معادن أخرى أقل أهمية .  
والسيانيت قليل الوجود بالقطر المصري ويوجد في شبه جزيرة سينا .

### البورفير (Porphyry)

يطلق هذا الاسم على السدود التي تتفق في تركيبها مع السيانيت وتظهر بها عادة بلورات ظلمة التكوين من الأرتوكلاز موزعة في أرضية دقيقة التبلور من الأرتوكلاز والهوربلند .  
ويوجد في الصحراء الشرقية وفي شبه جزيرة سينا بعض السدود من هذا النوع .

### التراكيت (Trachyte)

هو الصخر البركاني الذي يتفق في تركيبه المعدني مع السيانيت والبورفير وهو كباقي الصخور البركانية قليل الوجود بالصحاري المصرية .

### الديوريت (Diorite)

صخر يشبه الجرانيت من حيث كونه أحد الصخور الجوفية. فهو يوجد في كتل كبيرة قد تكون جبالاً عظيمة. وهو كذلك ظاهر التبلور ولو أن بلوراته كشأن باقي الصخور الجوفية متدخل بعضها في بعض بحيث لا تبلغ أيها الشكل الخارجي المنتظم .  
ويختلف عن الجرانيت في تركيبه الكيميائي والمعدني فنسبة ثاني أكسيد السيليكون لا تزيد فيه عادة عن ٥٥ ٪ وهو لذلك خال من السكاوتر إلا في قليل من الأنواع .

يتركب الديوريت من البلاجيوكلاز والهورنبلند كمعادن أساسية مع معادن أخرى أقل أهمية .

وتخلوه من الكوارتز ولكثرة الهورنبلند والمعادن المشابهة الأخرى فالصخر عادة أسمر اللون وثقله النوعى أكبر من الجرانيت .

ويوجد الديوريت بكثرة فى الصحارى المصرية خصوصاً الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية حيث تتكون منه بعض الجبال العالية وكذلك أغلب مناطق الذهب فيها . فان عروق المرو ( الصكوارتز ) الحاملة للذهب إما قاطعة صخر الديوريت نفسه أو الصخور المتحولة المحيطة به .

### اليورفيريت ( Porphyrite )

يشبه اليورفير السابق وصفه اذ يكون سدوداً من صخور سمراء اللون قد تظهر بها بلورات من البلاجيوكلاز تامة التكوين الا أنه يختلف عن اليورفير من حيث تركيبه الكيميائى والمعدنى الذى يوافق تركيب اليوريت . وكثير من السدود فى الصحراء الشرقية الجنوبية تابع لهذا النوع .

### الانديسيت (Andesite)

هو الصخر البركانى الذى يتفق فى التركيب المعدنى والكيميائى مع الديوريت واليورفيريت ولكنه يختلف ههما فى طريقة تكوينه وفى تبلوره نتيجة كونه صخوراً سطحيها .

وهناك من بين الصخور المصرية الهامة الصخر المعروف بالجمر السماقى الامبراطورى (Imperial Porphyry) وهو صخر استعمله قدماء المصريين وخصوصاً الرومان كحجر من أهم أحجار الزخرفة وصنعوا معابد وهياكل وعمدانا ترى منها أمثلة كثيرة فى المتحف المصرى . وهو أرجوانى اللون تكتنفه بلورات بيضاء . ينصقل فيأخذ شكلاً جليلاً (أنظر اللوحة الثانية شكل ج) هذا الصخر يوجد بكثرة فى جبل الدخان أحد الجبال العليا المكونة لسلسلة الجبال القريبة من شاطئ البحر الأحمر فتفصل حوض ذلك البحر عن حوض النيل .

وهو يعتبر نوعاً من الأنديسيت مكوّن من أرضية أرجوانية وأحياناً خضراء من البلاجيوكلاز والهورنبلند غير ظاهرة التباور وأحياناً زجاجية منتشرة فيها بلورات بيضاء من البلاجيوكلاز .

### الجابرو (Gabbro)

هو صخر جوفى قاعدي أي أنه يشبه الجرانيت والديوريت في طريقة تكوينه وفي أنه ظاهراً التباور وفي كيفية وجوده في كتل عظيمة على أنه يختلف عنهما في كونه ككل الصخور القاعدية فقير في نسبة ثاني أكسيد السليكون التي لا تزيد على ٥٠ ٪ فلا يوجد فيه معدن السكوارز مطلقاً كذلك تكثر فيه نسبة المعادن التي يدخل في تركيبها الحديد والمغنيزيوم وهذه تعطيه لونا أسمر مائلاً للسواد وتجعل ثقله النوعي مرتفعاً .  
فالجابرو إذن صخر ثقيل الوزن قائم اللون مكوّن من البلاجيوكلاز والأوجيت وأحياناً من الأوليفين كمعادن أساسية فيه عدداً معدداً أخرى غير أساسية يكثر من بينها أكاسيد الحديد .  
ويوجد الجابرو في الصحراء القبرية الجنوبية عادة كنواة للجبال الديوريتية .

### الدولوريت (Dolerite)

صخر يوجد في سدود وعروق يتفق في تركيبه المعدني والكيميائي مع الجابرو وهو أسود قائم ووزنه ثقيل ويتكوّن من معدني البلاجيوكلاز والأوجيت وأحياناً من الأوليفين في بلورات صغيرة مجهرية منتشرة بينها ذرات صغيرة من أكسيد الحديد . وقد توجد فيه أحياناً بلورات من الأوليفين أو الأوجيت كاملة التباور .  
يوجد الدولوريت في القطر المصري منتشراً في جميع أبعاده . ولا يقتصر كباقي الصخور النارية على المناطق التي بها الصخور النارية بل يتعداها أحياناً إلى المناطق المكونة من الصخور الرسبية . فترى سدود الدولوريت تخترق جميع الصخور النارية وتمتد أيضاً في سدود مستطيلة وأحياناً سدود أفقية تتخلل طبقات الصخور الرسبية كما في الصورتين باللوحة الأولى . ذلك لأنه ثبت من المشاهدات الجيولوجية أن القطر المصري وصحاريه في عصر متأخر من العصور الجيولوجية كان عرضة لتفاعلات بركانية نتج عنها أن صعدت مواد نارية قاعدية فتخللت الشقوق في كثير من الصخور المكونة للقشرة الأرضية في هذا القطر . وقد بلغت هذه المواد إلى السطح

حيث تصلبت في صخر البازلت المعروف • وترى أمثلة هذا الصخر على طريق السويس وفي التلال غرب الفيوم وفي أواسط شبه جزيرة سيناء وشمالها وفي الصحراء بين النيل وخليج السويس •

وحينما ترى هذه السدود محترقة الأحجار الجيرية الراسبية تظهر في هذه الأخيرة علامات تدل على تأثرها بالحرارة الناتجة من تدخل المادة المصهورة بها فترى الأحجار الجيرية البيضاء قد تغير لونها إلى السواد وتصلبت كثيرا عن حالتها الأولى •

### البازلت (Basalt)

صخر أسود يشبه الدولوريت في كثير من خواصه إلا أنه أحيانا تتخلله ثقب نتيجة تصلبه على السطح وخر وج الغازات المحبوسة في المادة المصهورة الأصلية منها • وهو صخر شديد التماسك مكون من بلورات مجهرية مندمج بعضها في بعض تتخللها مواد زجاجية والمعادن المكونة له هي البلاجيوكلاز والأوجيت والأوليفين •

وقد ترى طبقات البازلت مقسمة إلى أعمدة سداسية نتيجة تبريده وانكماشه • ( أنظر الشكل رقم ٣٢ والصورة رقم ب باللوحة الثالثة ) •



( شكل ٣٢ )

ويوجد البازلت في نقط عديدة بالصحاري المصرية وفي منطقة أبي زعبل حيث يستغل على نطاق واسع لاستعماله لرصف الشوارع في القاهرة والاسكندرية وأغلب مدن القطر المصري الكبرى • وذلك لأنه القواصل إلى أعمدة سداسية الحجر المصري الوحيد الذي يصلح لهذا العمل لمتانته ولسهولة الحصول عليه •

### الصخور فوق القاعدية (Ultra-Basic Rocks)

يطلق هذا الاسم على مجموعة من الصخور تتمايز بفقرها في ثاني أكسيد السليكون الذي يقل عادة عن ٤٠ ٪، فهي إذن خالية من معدني الكوارتز والفلسبار والمعادن البيضاء الأخرى وتتكون غالبا من معدنين أو أكثر من المعادن التي يدخل في تركيبها الحديد والجنين يوم كالأوجيت والمورينيلند والأوليفين •

هذه الصخور سوداء ثقيلة الوزن . وهى وان كانت غير منتشرة عادة الا أن أهميتها ترجع لاحتوائها غالباً على عروق معدنية فلزية كالحديد والكروميت والپلاتين .  
وتوجد بالقطر المصرى من هذه الصخور الپيريدوتيت (Peridotite) وهو مركب من الأليافين وبعض المعادن الأخرى . وفى جزيرة الزبرجد يحتوى هذا الصخر فى عروق وجيوب على بلورات الزبرجد المستعملة فى الصياغة . وفى الجزء الجنوبى من الصحراء الصحفية توجد هذه الصخور وبها عروق الحديد والكروميت على أنه لم تعرف بعد قيمتها الاقتصادية .

### توزيع الصخور النارية فى القطر المصرى

إذا القينا نظرة عامة على الخريطة الجيولوجية للقطر المصرى المرفقة بهذا الكتاب نرى أن هناك منطقة من الصخور النارية والمتحولة ملونة باللون الأحمر يمتد من الجزء الجنوبى للصحراء الغربية الى وادى النيل قرب أسوان ثم تغطى الجزء الجنوبى للصحراء الشرقية ومنها تمتد شمالاً فى منطقة جبلية تضيق تدريجياً حتى تنتهى فى نقطة قبلى جبل الجلالة القبلىة عند خط عرض  $28^{\circ}40'$  كذلك فى شبه جزيرة سيناء تكون المثلث الجنوبى لتلك البلاد .

فى الصحراء الغربية (صحراء ليبيا) تظهر على السطح صخور جرانيتية فى الجبال العالية المطلة على واحى العوينات وأركنو ومن ثم تمتد هذه الصخور فى جبال قليلة الارتفاع تغطى بعضها صخور رملية الى نقطة جنوبى الواحات الخارجة . وفى وادى النيل تظهر هذه الصخور تحت طبقات الصخور الرملية قرب أسوان حيث صخور الجرانيت والسيانيت والديوريت تعترض مجرى نهر النيل فتسبب الشلالات المعروفة . (أنظر الصورة رقم ١ باللوحة الحادية عشرة) .

وفى الصحراء الشرقية تكون هذه الصخور الجزء الأكبر من سطح الأرض فى النصف الجنوبى ممتدة من شواطىء البحر الأحمر الى قرب مجرى النيل . وهذه المنطقة تحتوى صخوراً متباينة بعضها نارى وبعضها متحول ومن بينها الجرانيت المسكون لجبل العلبه والديوريت المسكون لبعض القمم الكبرى الأخرى . تكتنف هذه مناطق من الصخور المتحولة وتقطع الجميع سدود من صخور الپورفير

والبورفيريت والفلسيت . وفي هذه المنطقة ترى عروق المرو التي تمتد الى مسافات بعيدة وبعضها يحمل معدن الذهب الذي كان موضع اهتمام قدماء المصريين ففتحوا فيه من المناجم ما بقي أثرها حتى الآن وقد استؤنف استغلال بعضها في السنين الأخيرة . هذه المنطقة من الصخور النارية والمتحولة تمتد شمالا في نطاق يتراوح عرضه بين ٥٠ و ٧٠ كيلومتراً ممتداً بمحاذاة شاطئ البحر الأحمر حتى شمال القصير حيث تبدأ سلسلة الجبال الجرانيتية الكبرى التي يتجاوز ارتفاع بعض قممها ٢٠٠٠ متر عن سطح البحر ومنها الشايب وأبو حربة ودارا وغارب . وضمن هذه السلسلة الكبرى جبال الدخان حيث حجر السماق الامبراطوري السابق ذكره .

وهناك عدا هذه السلسلة الكبرى سلاسل جبال العش والزيتية الموازية للأول ولكنها أصغر حجماً وأقل ارتفاعاً وهي أيضاً مكونة من صخور جرانيتية وصخور متحولة .

كذلك تظهر الصخور النارية في بعض جزائر البحر الأحمر كجزيرة الزبرجد وجزيرة شدوان .

وفي شبه جزيرة سينا يتكون المثلث الجنوبي منها من سلاسل جبال عظيمة يتجاوز ارتفاع بعضها عن سطح البحر ٢٦٠٠ متراً وكلها من صخور جرانيتية وبعضها ديوريتية كما أن القمم العليا لبعضها مكونة من سدود من الفلسيت أمثمن وأكثر مقاومة للعوامل الجوية من باقي الصخور . وهذا هو الحال في جبل موسى وجبل كاترينا .

وعدا ما تقدم كله توجد في باقي مناطق القطر سدود وعروق من الدولوريت وبعض طفوح من البازلت تحترق الصخور الراسبة كما في أبي زعبل وقرب أهرام الجيزة وعلى طريق السويس وفي جبال الجلالة وقرب الواحات البحرية وفي شبه جزيرة سيناء .

## الصخور الرسابية

تطلق لفظة راسب (sediment) عادة على أى مادة صلبة كانت فى الأصل معلقة فى سائل ثم تراكت على قاع الاناء الذى يحتويه. على أن استعمالها الجيولوجى هو أوسع نطاقاً من ذلك فالرمال التى تحملها الرياح اذا تراكت على سطح الارض هى رواسب والاملاح التى تتركها المياه بعد مجرها هى رواسب والمواد التى تفرزها الحيوانات والنباتات اذا تراكم بعضها على بعض هى أيضاً رواسب .  
وعلى هذا الاعتبار يمكن تقسيم الرواسب إلى ثلاثة أنواع : -

(١) رواسب طبيعية - نتيجة تراكم مواد مفتتة من صخور سابقة .

(٢) رواسب كيميائية - نتيجة تراكم مواد تخلفت بعد بحر الحاليل التى كانت تحتويها .

(٣) رواسب عضوية - نتيجة تراكم مواد خلفتها الحيوانات أو النباتات وكما أن الرواسب من كل نوع من الانواع الثلاثة المذكورة يختلف بعضها عن بعض اختلافاً يبنياً من حيث تركيبها الكيميائى فان بعضها يتميز عن البعض الآخر على حسب الاحوال التى تحكمت فى تكوينها .  
فاذا اعتبرنا الظروف المحيطة بالسوب وقت حدوثه يمكننا تقسيم الرواسب الطبيعية قسمين : -

رواسب بحرية (Marine) هى التى رسبت على قاع البحار والمحيطات .  
رواسب قارية (Continental) هى التى رسبت على الارض أو فى البحيرات أو الانهار .

ولكل من هذين النوعين صفات تميزه عن الآخر .  
الرواسب البحرية هى أهم الرواسب جميعاً وأكثرها شيوعاً فى سطح



الارض إذ أن البحار والمحيطات كما قدمنا تغطي ثلاثة أرباع سطح الكرة الارضية فالرواسب فيها أهم وأهم منها في أى وسط آخر .  
وتنقسم رواسب البحار فيما بينها على حسب العمق الذى تكونت فيه وحسب بعدها عن الشواطئ إلى الأقسام الآتية :

### (١) رواسب شاطئية — وهى التى تتكون على الشواطئ أى بين منسوبي المد والجزر

وهو الجزء من البحر الواقع تحت تأثير الأمواج الشديدة والتيارات البحرية . وهذه الرواسب عادة من الجلاميد ( Boulders ) والحصى ( Pebbles ) والرمل الخشن ( Coarse-sand ) .  
هذه الرواسب تختلف باختلاف المواد المكونة للشاطئ نفسه وهى عادة غير منتظمة فى أوضاعها اذ أن المواد المكونة لها عرضة للحركة المستمرة من جراء تلاطم الأمواج ومن تأثير التيارات البحرية فيها . فهى لا تكون فى طبقات منتظمة متتالية شأن أغلب الرواسب الأخرى بل تكون فى أكوام مختلطة بعضها ببعض بشير نظام . وهى فى أغلب الأحيان متفككة . كذلك لا يمكن اعتبار هذه المنطقة الشاطئية صالحة لحياة النبات أو الحيوان فلا ينتظر أن تجد بين الرواسب الشاطئية أثراً للحيوان أو النبات الا ما تمسح به الأمواج من الحفارات التى تتبع منطقة أخرى أكثر عمقاً من الشواطئ .

### (٢) رواسب مياه غير عميقة — وهى ما يرسب على قاع البحر دون الشاطئ فى مياه

لا يزيد عمقها عن ١٠٠ قامة ( ١٨٠ متراً تقريباً ) وهى عادة من الرمل الدقيق الحبيبات حملته الانهار الى البحار فتولت التيارات البحرية توزيعها على القاع . وهذه المنطقة من قاع البحر يصل اليها ضوء الشمس فيسمح بذلك بنمو النباتات البحرية وهذه تجذب اليها أنواعاً مختلفة من الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى . فهى اذن منطقة أهلة بالاحياء البحرية نباتية وحيوانية ورواسبها اذن تحتوى مقداراً عظيماً من بقاياها .

### (٣) رواسب مياه عميقة — وهى ما يرسب فى مياه يتراوح عمقها بين ١٠٠ و ١٥٠٠

قامة ( ١٨٠ الى ٢٧٠٠ متراً تقريباً ) وهى غالباً من مواد طينية حملتها الانهار الى البحار الا أن دقة حبيباتها وخفتها أدتا بها الى أن تبقى معلقة فى الماء فلا ترسب الى القاع الا وقد وصلت الى أقصى ما يمكن أن تصل اليه من الشاطئ .

هذه المنطقة لمعظمها لا يتسرب اليها من ضوء الشمس الا بصيص فلا تعيش فيها النباتات البحرية كما أن الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى التى تعيش فيها هى من النوع الذى يعيش على لحوم الأسماك الأخرى . فرواسب هذه المنطقة وان وجدت بها بقايا حيوانية الا أنها من نوع خاص وليست على كل حال بكثرة المنطقة السابقة .

#### (٤) رواسب اعماق المحيطات — وهي ما يرسب على أعماق المحيطات فيما يزيد على

١٥٠٠ قامة وهو الجزء الأكبر من قيعان المحيطات. وهي رواسب طينية من نوع خاص (Ooze) غاية في دقة حبيباتها التي هي في الغالب عبارة عن خلايا حيوانية مجهرية. هذه المنطقة البعيدة جداً عن الشواطئ لا تصلها أى مواد من الأرض كما أن أعماقها لا ينفذ إليها ضوء الشمس فلا تعيش فيها إلا بعض أنواع الحيوانات البحرية التي لا تبصر. وتتكون رواسبها من أجسام حيوانات دنيئة جداً مكونة من خلايا مجهرية بسيطة تعيش قرب سطح الماء فتسقط إلى القاع بعد موتها. وقد توجد بها أحياناً عظام بعض الحيوانات البحرية العظيمة كالحياتان.

وهناك غير ما تقدم بعض رواسب بحرية خاصة لا ترسب إلا بتوافر أحوال خاصة أهمها الرواسب الجيرية وهي التي تتكون على أعماق بحار رائقة المياه لا تدخلها أنهار تمكث ماءها بما تحمله من رمل وطين. ففي هذا النوع من البحار تتكاثر أنواع من الحيوان والنبات تسكن عمارات جيرية صغيرة وهذه تتراكم بعد موتها على القاع فتتكون منها الرواسب الجيرية التي تتحول فيما بعد إلى الصخور الجيرية كما سيأتى.

#### الرواسب القارية — وهي الرواسب التي تتكون في القارات وهي اما :-

##### (١) رواسب هوائية — أى التي تتكون بفعل الرياح التي تحمل الرمال

والأتربة عند شدة هبوبها حتى اذا ضعفت قوتها ألقت بحملها في كتائب (Dunes) أو في أكوام عند أقدام الجبال.

##### (٢) رواسب نهريّة — أى التي ترسب اما في مجرى النهر أو على جانبيه

من جراء فيضاناته المتتابة أو في الدالات والمصبّات. وهذه الرواسب إما حصى أو رمال واما رواسب طينية هي التي تتكون منها التربة الزراعية.

##### (٣) رواسب البحيرات — وهذه الرواسب تختلف باختلاف البحيرات

عذبة أو مالحة، ففي الحالة الأولى تكون الرواسب شبيهة بالنهرية أو البحرية الشاطئية وفي الحالة الثانية تغلب الرواسب الكيميائية أى الأملاح المتخلفة بعد بخار المياه.

##### (٤) رواسب الثلوج — والثلجات هي أنهار من الثلج تسيل ببطء

في وديان كوديان الأنهار وتحمل في جوفها وعلى سطحها من المواد الطينية والرملية

والحصى والجلاميد ما يهبط اليها من جوانب الوديان التي تسيل فيها ، فاذا ما بلغت المنسوب الذي فيه يتحول الثلج الى ماء فانها تلقى بما تحمله من المواد في أكوام غير منتظمة لها من الصفات ما يميزها عن باقى أنواع الرواسب .

الرواسب الكيميائية — هذه كما قدمنا نتيجة بخر مياه مذاب فيها أملاح مختلفة ويغلب هذا النوع من الرواسب في المناطق الصحراوية الحارة حيث تتعرض مياه البحيرات الى درجة كبيرة من البخر لا يعوض ما تفقده ما ينزل اليها أحياناً من مياه الأمطار القليلة . وهذه يغلب فيها أن تكون أملاحاً كملح الطعام أو الأملاح القلوية أو الجبس ومن خير أمثلتها رواسب وادى النظرون ورواسب البحر الميت بفلسطين .

الرواسب العضوية — هذه كما قدمنا نتيجة تراكم مواد خلفتها النباتات أو الحيوانات . وهى اما حيوانية أو نباتية وتتراكم اما فى مياه عذبة أو مالحة فى القارات أو البحار .

فأغلب النباتات والحيوانات مكون من مواد صلبة وأخرى رخوة فاذا ماتت تعرضت المواد الرخوة للتحلل والفاء بينما المواد الصلبة اذا تراكت تحت عوامل مناسبة تبقى كرواسب قد تتحول فيما بعد الى صخور . فالمواد النباتية التي تحولت الى الفحم الحجري والمحارات البحرية التي تكونت منها بعض الصخور الجيرية هى من هذا النوع .

### تماسك الرواسب وتحولها الى الصخور الرسابية

ان ما قدمنا من ملاحظات عن الرواسب ينطبق على ما يحدث الآن فى الطبيعة على أن هناك ما لا يدع عندنا أى شك فى أن العوامل المؤثرة فى سطح الأرض فى العصور الجيولوجية الماضية لم تختلف كثيراً عما نراه الآن .

ولكل صخر من الصخور الراسبة على سطح الأرض الآن خواص تبعث على الاعتقاد أنه كان عند تكوينه نوعاً من أنواع هذه الرواسب التي قدمنا وصفها . على أنه لتحويل هذه الرواسب المتفككة الرطبة الرخوة الى حالة صخرية متماسكة لا بد من توافر أحد أمرين أو هما معاً : —

( أولاً ) التجفيف والتماسك بالضغط الواقع على الراسب الأصلي من توالي رسوب مواد فوقه . فان عمليات الرسوب التي أتينا على وصفها اذا أعطيت الوقت الكافي فانها قد تؤدي الى رسوب سمك عظيم من المواد وهذا ما يجعل الأجزاء السفلى منها تحت ضغط كاف لأز يطرد ما يتخلل مسامها من المياه فتجف . وقد يكون هذا التجفيف في ذاته كاف لأحداث التماسك والتحول إلى صخور . كما هو الحال في الصخور الطينية الدقيقة الذرات .

( ثانياً ) رسوب مواد أخرى بين ذرات الراسب لاحداث تماسك بينها . وهذا لا بد منه في حالة الرواسب المكونة من مواد خشنة كالرمال مثلاً اذا أن هذه معها ضغطت فانها تبقى بين ذراتها من المسام ما يحول دون تماسكها . على أنه قد تتسرب اليها من المياه السطحية أو الجوفية ما يحمل مواد معدنية مذابة بها ككربونات الجير أو أكسيد السليكون أو الحديد وهذه المواد اذا رسبت بين الذرات أحدثت تماسكاً بينها كما يحدث الاسمنت تماسكاً بين الرمال المستعملة في البناء .

### الحالات التي نوجد عليها الصخور الراسبة في الطبيعة

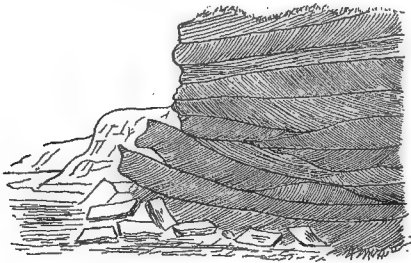
الطبقات — قدمنا أن من أهم خواص الصخور الراسبة هو وجودها في طبقات متعاقبة . والطبقة من الصخر هي كل سمك منه متجانس بعضها مع بعض لحد ما ويتميز عما تحته وعما فوقه ويفصله عنهما سطحان متوازيان تقريباً .

وقد يكون سمك الطبقة قليلاً فتكون الطبقة رقيقة وقد تبلغ عدة أمتار . وقد تكون الطبقة الواحدة من الصخر مكونة من عدة صفحات رقيقة ( laminae )

قد يختلف بعضها عن بعض. إما من حيث دقة حبياتها أو من حيث لونها كما هو الحال في بعض الصخور الطينية .

وقد تختلف الطبقة عما يليها من أسفل أو أعلى من حيث تركيبها المعدني نفسه أو من حيث رقة حبياتها أو خشونتها ففي الحالة الأولى يكون الاختلاف نتيجة تغير في المادة الراسبة وفي الحالة الثانية يكون الاختلاف نتيجة تغير في الظروف المحيطة بالرسوب عند تكوين الرواسب في أول الأمر . وامتداد الطبقات الأفقي عادة أكبر كثيراً من سمكها على أن ذلك الامتداد يختلف كثيراً فقد تمتد طبقات الى مسافات بعيدة وقد يكون امتدادها مقصورا على نطاق ضيق فتظهر الطبقات كأنها عدسات (lenticles) . وهذه الصفة الأخيرة تلاحظ على وجه خاص في الصخور الخشنة أى المكونة اما على شواطئ البحار والبحيرات أو في بطون الأنهار حيث الامتداد الأفقي محدود بالمياه غير العميقة . أما الطبقات التي تكونت في مياه أعمق من ذلك فامتدادها عادة أكبر .

وهناك نوع من الطبقات يظهر في الصخور التي تكونت من رواسب شاطئية أو نهريه حيث الرسوب عرضة لتيارات مائية وهو ما يسمى الطبقات الكاذبة أو طبقات التيار ( False-bedding or Current-bedding ) حيث ترى الطبقة الواحدة من الصخر مكونة من عدة طبقات كل منها عبارة عن صفائح رقيقة متتالية وتختلف في وضعها عن الوضع العام للطبقة ( أنظر الشكل ٣٣ ) .



(شكل ٣٣) قطاع لجرف من الحجر الرملي مكون في طبقات كاذبة

هذا التركيب نتيجة تغير قوة التيار واتجاهه وقت تكوين الرواسب .

وهناك خواص أخرى للصخور التي تكونت من رواسب شاطئية أهمها تاريخ الأمواج ( Ripple-marks ) وهي أن يكون سطح الطبقة مجعداً كما يرى سطح الرمال أحياناً على الشاطئ نتيجة تذبذب الأمواج على الرمال . ومن ذلك أيضاً آثار نط الأمطار ( Rain-prints ) و آثار أرجل الحيوانات ( Foot-marks ) . وكلها نتيجة ما حدث وقت الرسوب ثم تصلب الراسب إلى صخر مماسك قبل ضياع العلامات الناتجة عنه .

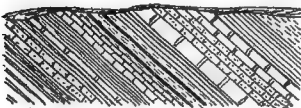
أفقية الطبقات وميلها وتجميعها — الأصل في طبقات الصخور الراسبة أن

تكون أفقية وذلك لأن الرواسب التي منها تكونت كانت عند تراكمها أفقية فإذا لم يكن قد اعتبرها ما تغير وضعها الأصلي فإنها تبقى أفقية بعد تحولها إلى صخور . على أنه من البدهي أن الرواسب التي تكونت في قاع البحار لن تظهر على



(شكل ٣٤)

قطاع بين مجموعة من الطبقات الأفقية



(شكل ٣٥)

قطاع لمجموعة من الطبقات المائلة في اتجاه واحد

السطح كطبقات من الصخر إلا إذا حدث ما يرفعها إلى منسوب أعلى كثيراً من منسوبها الأصلي كرواسب . وسنأتي فيما بعد على بعض تلك الأسباب .

وقد تبقى الطبقات الصخرية أفقية كما قدمنا (شكل ٣٤) . على أنه في كثير من الأحيان يؤدي رفعها إلى ميلها إلى ناحية أو أخرى (شكل ٣٥) أو إلى انثنائها أو

( اللوحة ٣ )



( ١ ) الفواصل في الصخور الجيرية — سيناء



( ب ) الفواصل السداسية في البازلت بحاجر قرب بلدة لينز (Linz) بوادي الرين بألمانيا







(شكل ٣٦) قطاع لمجموعة من الطبقات  
مجمدة في طيات محدبة تفصلها أخرى مقعرة

تجمدها كما في الشكل ٣٦ .  
وسنأتى على تفصيل ذلك بطريقة  
أوضح عند التكلم على العوامل  
المؤثرة في القشرة الأرضية .

### الفواصل (Joints)

هى خطوط ضعف فى الصخر ينفصل عندها بسهولة أكثر من أى اتجاه  
آخر . وفى أغلب الصخور الراسبة توجد مجموعتان متعامدتان من الفواصل بحيث  
تنقسم طبقة الصخر كما فى الصورة رقم ١ باللوحة الثالثة الى كتل مكعبة أو مستطيلة .  
وقد لا تظهر الفواصل فى الصخر الا بعد أن يتعرض سطحه للعوامل الجوية  
عند ذاك تظهر الفواصل كشقوك مستطيلة يستفيد منها الحجارون فى قطع الحجر  
من مقاله . هذه الخطوط تنشأ فى الغالب من انكماش الصخر عند تجفيفه من  
حالة الرواسب الأولى كما نشاهده كل يوم مثلا فى الطين الذى يتشقق فى أشكال  
سداسية عند جفاف البرك والمستنقعات .

ولا تقتصر الفواصل على الصخور الراسبة ولكنها فى الصخور النارية غير  
منتظمة الا فى البازلت كما قدمنا . حيث ينتج عنها تقسيم الصخور أحيانا الى أعمدة  
سداسية . كما فى الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثالثة والشكل رقم ٣٢ .

### اهم انواع الصخور الراسبة

الحجر المر والحصى (Boulders & Pebbles) . تطلق كلمة حجر مر على الكتلة

من الصخر التى يبلغ قطرها أكثر من ١٠ سنتيمترات بينما الحصى أو الزلط هو ما

يتراوح بين ١٠ سنتيمترات و ٢٥ ملليمتر في القطر فما يقل عن ذلك يطلق عليه لفظ رمل .  
وهذه الصخور تنتج من تهشم الصخور الأخرى مهما كان نوعها وذلك من  
تأثيرها بعوامل جوية شتى أهمها تغير درجات الحرارة في الصحراء وما يصحب ذلك  
من تمدد وانكماش أو من تأثير المياه الجارية أو الجليد أو الأمواج .

هذا النوع من الصخور يوجد إما على سفوح الجبال أو عند أقدامها وفي بطون  
الأنهار حيث التيار يقوى على حملها كما أنها توجد على امتداد بعض الشواطىء .  
وهي نوعان : - أما أن تكون قطعاً حادة الحروف لم تهذب أو تستدر وهذه  
هي حالتها قرب مصادرها الأصلية أى حيث انفصلت عن الصخور التي منها تكونت .  
وأما أن تكون مستديرة ملساء اذ تهذبت باحتكاك بعضها ببعض أو بالصخور التي  
مرت عليها وذلك في حالة انتقالها بفعل السيول والأنهار أو بحكم تعرضها لفعل  
الأمواج . وهذا النوع الأخير يوجد اذن بعيداً عن مصادره الأصلية .

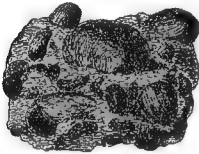
فالجلاليد والحصى الحادة الحروف توجد قرب الجبال العليا وعند رؤوس  
الأنهار بينما المستديرة الملساء توجد في بطون الوديان وعلى الشواطىء . وأمثلة النوع  
الأول كثيرة عند سفوح الجبال الكبرى بالصحارى المصرية بينما النوع الثانى  
يوجد في بطون الوديان بالصحارى وكذلك يوجد على عمق ٢٠ متراً تقريباً تحت  
التربة الزراعية في وادي النيل وقد حملها الوادي وألقاه عند ما كانت نهراً قوياً  
سريع التيار يقدر على حمل مثل هذه القطع الكبيرة . وقد دلتنا على وجوده  
الآبار العديدة التي دقت أنابيبها في وادي النيل وفي الدلتا . ويوجد هذا النوع  
على السطح في الصحراء شرق القاهرة حيث يستغلونه لاستعماله في البناء  
بالاسمنت المسلح .

### المكوّنات المجتمعات والبريش (Conglomerate & Breccia)

هي عبارة عن طبقات من الحصى والرمل ممسك بعضها بعضاً بحيث تكون  
صخوراً واحداً . وهي في الواقع من نوع الرواسب التي وصفناها وقد رسبت بين

جزئياتها مادة أخرى أحدثت هذا التماسك . وهذه المادة التي تحدث التماسك قد تكون حديدية أو جيرية أو جيسية أو سيليسية .

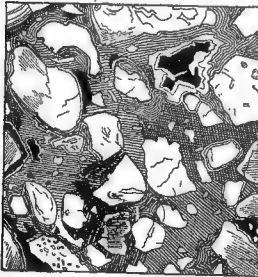
والفرق بين الكونجلومرات والبريش هو أن الأول مكون من قطع مستديرة بينما البريش تكون القطع المكونة له محدبة غير مهيذبة . أى أن الكونجلومرات نتيجة تماسك رواسب نهريّة أو شاطئية منقولة على مسافة بعيدة من مصادرها الأصلية بينما البريش نتيجة تماسك رواسب من الحصى لا تبعد كثيرا عن مصدرها الأصلي . ومن أحسن أمثلة الكونجلومرات



(شكل ٣٧)

قطعة من الكونجلومرات مكونة من قطع متماسكة من الحصى المستدير

في مصر بعض طبقات « الخرسان » في الجبل الأحمر شرق العباسية . كما أنها توجد في أسفل التكوين المعروف بالحجر الرملي النوبي في جنوب مصر وفي الصحارى ( شكل ٣٧ ) .



(شكل ٣٨)

قطاع في صخر البريش (بروكتالي) يوضح تكوينه من قطع محدبة غير مستديرة

وأحسن أمثلة البريش بالقطر المصري الصخر المعروف باسم بروكتالي (Brocatelli). وهو مكون من قطع من الأحجار الجيرية بيضاء محدبة متماسكة بمادة جيرية حمراء اللون لوجود أكسيد الحديد بها . هذا الصخر موجود على حافة الهضبة المطلة على وادى النيل قرب أسيوط وقنا ويرجع تكوينها لما تهمش من هذه الهضبة ( شكل ٣٨ ) . وقد

استعمل هذا الصخر قدماء المصريين في عمل بعض أواني الزخرفة مما يرى في المتاحف الآن .

### الرمل ( Sand ) .

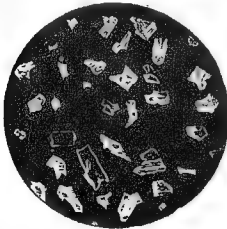
يطلق هذا الاسم على كل صخر متفكك أى غير متماسك يختلف قطره حبيباته من ٢ر٥ ملليمتر الى ٠ر٥ ملليمتر ويقسم عادة الى : —

رمل خشن ( Coarse Sand ) — ما تراوحت حبيباته في قطرها بين ٢ر٥ ملليمتر الى ٠ر٧٥ ملليمتر .

رمل متوسط ( Medium Sand ) — ما تراوحت حبيباته في قطرها بين ٠ر٧٥ ملليمتر الى ٠ر١٠ ملليمتر .

رمل رقيق ( Fine Sand ) — ما تراوحت حبيباته في قطرها بين ٠ر١٠ ملليمتر الى ٠ر٥ ملليمتر فما دون ذلك يسمى غرينا أو طينا .

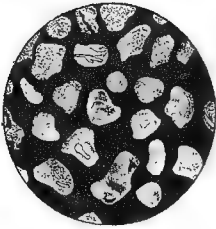
ويتكون الرمل اما في مياه قليلة العمق قرب الشواطىء أو في بطون الأنهار وعلى سطح الأرض في الصحارى وعند نهاية الثلجات وتختلف الرمال عن بعضها شكل حبيباتها ويرجع هذا الى أصل تكوينها : —



( شكل ٣٩ ) حبيبات حادة من رمل شاطئ البحر مكبرة تحت عدسة الميكروسكوب

(١) فالرمال المكونة في مجارى الأنهار أو على الشواطىء تكون حبيباتها حادة غير مستديرة ( angular ) . وذلك لأن حركة احتكاكها بعضها ببعض هي غالبا في اتجاه واحد ( شكل ٣٩ ) .

(٢) والرمال المتراكمة من جراء فعل الرياح في الصحارى مثلا حبيباتها مستديرة استدارة تامة لاحتكاك بعضها ببعض في أثناء انتقالها بفعل الرياح ( شكل ٤٠ ) .



من جراء عوامل الطبيعة فلا يتحلل الى مواد أخرى كالمواد الحال في المعادن الأخرى (شكل ٢٠) حبيبات مستديرة من رمال الصحراء مكبرة تحت عدسة الميكروسكوب

المكونة منها الصخور . فإذا تعرضت الصخور الى عوامل التعرية فان هذه المعادن تتحول الى مواد أخرى بينما الكوارتز يفتت الى قطع صغيرة هي الرمال التي تحملها الرياح والأنهار الى مسافات بعيدة من مصادرها الأولى .

وبعض الرمال مكونة من الكوارتز مختلط به معادن أخرى كالفلسبار والهورنبلند والأوجيت واليكا وذلك في ظروف تكون فيها عوامل الطبيعة لم تتمكن من تحليل المعادن المذكورة .

وهناك من الرمال ما يتكون من قطع صغيرة من الأحجار الجيرية والحارثات البحرية الصغيرة . ومن أمثلة ذلك كتبان الرمال الممتدة على شاطئ البحر الأبيض المتوسط غرب الأسكندرية و ترى جيداً في الدخيلة قرب المكس .

ويختلف لون الرمال كثيراً على حسب المادة المكونة لها . وقد تكتسب ألواناً ساطعة حمراء أو صفراء وذلك لوجود أكسيد الحديد بكميات ضئيلة جداً حول حبيباتها . مثال ذلك الرمل الأحمر والأصفر المستخرج من محاجر قرب الجبل الأحمر بالعباسية .

وتوجد الرمال موزعة على مساحات كبيرة جداً بجميع الصحارى المصرية خصوصاً الصحراء الغربية والجزء الشمالى من الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء . وهى إما تغطي سهولاً ممتدة بمجعدة السطح من جراء أثر الرياح فيها ( أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الرابعة ) وإما فى كتبان ( جمع كتيب Dune ) مستطيلة أو

هلالية الشكل (Barkhan) كما في الشكل رقم ٤٥ . وهذه ترى قرب الشواطئ المصرية جميعها وفي أواسط الصحارى . كذلك توجد أكوام الرمال عند أقدام الجبال حيث ألقت بها الرياح التي تحملها .

ويوجد الرمل في طبقات تحت التربة الزراعية السطحية في وادي النيل والدلتا على أعماق تتراوح بين متر وعشرة أمتار على حسب سمك التربة الزراعية نفسها . وفي هذه الطبقات الرملية توجد المياه التي ترشح إليها من مجرى النهر ومنها تستمد مياه الآبار المعروفة خطأ بالآبار الأرتوازية .

والرمل يستعمل كثيراً في البناء ويفضل منه ما كانت حبيباته متوسطة الحجم غير مستديرة وكان خالياً من الأتربة والمواد الحديدية . ومن أحسن أمثلة هذا النوع رمال العباسية والبساتين والجزائر التي تظهر في النيل بعد انقضاء الفيضان السنوي . وإذا كان الرمل نقياً أبيض اللون يستعمل في صناعة الزجاج .

### الحجر الرملي ( Sandstone ) .

هو صخر مكون من حبيبات من الكوارتز ممسك بعضها بعضاً ، وتتميز الأحجار الرملية بعضها عن بعض باختلاف المادة التي تحدث هذا التماسك .

فاذا كانت مادة جيرية يقال حجر رملي جيرى (Calcareous Sandstone) .

وإذا كانت مادة سيليسية يقال حجر رملي سيليسى (Siliceous ..)

وإذا كانت مادة حديدية يقال حجر رملي حديدى (Ferruginous ..)

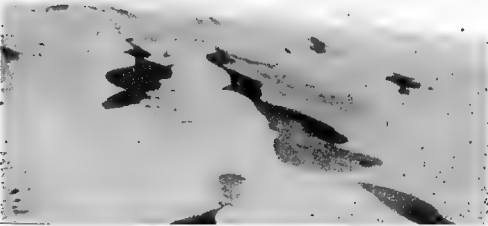
وتختلف صلابة بعض الاحجار الرملية عن بعض باختلاف هذه المواد التي تحدث التماسك ومقدارها . كذلك تختلف مسامية الاحجار الرملية تبعاً لحجم حبيباتها . فاذا كانت الحبيبات كبيرة كان الحجر اكبر مسامية وهلم جرا .

والأحجار الرملية تمتاز بمساميتها عن باقى الصخور ولذلك كانت أحسن الصخور المخازنة للسوائل الطبيعية كالمياه والبتترول ومنها عادة تستنبط هذه السوائل .

## ( اللوحة ٤ )



( ١ ) سهل منبسّط من الرمل مجمد سطّحه من تأثير الرياح . ( شمال سيناء ) .



( ب ) خطوط متوازية من الكثبان الطولية (صحراء ليبيا) .





ومن أهم أنواع الأحجار الرملية المعروفة بالقطر المصرى : —

الحجر الرملى النوبى (Nubian Sandstone) . وهو مجموعة طبقات من الحجر الرملى تغطى مساحات كبيرة فى الجزء الجنوبى من القطر المصرى وبلاد النوبة وفى الصحارى الشرقية والغربية وفى أواسط شبه جزيرة سيناء . وهى صخور تكونت إما بفعل الرياح أو فى مياه قليلة العمق . واستنبطت الرمال المكونة لها من جراء تفتت الصخور النارية القديمة . ومن هذه الأحجار بنى قدماء المصريين بعض معابدهم فى أسوان وما يليها جنوبا كما أنهم نحتوا فيها بعض هياكلهم كما فى السلسلة وأبى سنبل .

مجرى الحرساب بالجبل الأحمر . هذا الجبل الصغير شرق العباسية بالقاهرة مكون فى الغالب من حجر رملى شديد الصلابة جدا مكون من جيبيات رملية متماسكة بمادة سيليسية حديدية ترجع إليها شدة صلابته التى تجعل منه حجرا صالحا للرصف الطرق ولأساسات المباني فى الجهات الرطبة ولأحجار الطاحون .

#### • الصخور الطينية (Argillaceous Rocks)

تطلق لفظة غرين أو طين على كل راسب سائب مكون من جيبيات متوسط قطرها أقل من ٠.٠٥ ر . مليمترا مهما كان نوع المادة المكونة لها . هذه المادة اذا بليت صارت ذات لزوجة خاصة فاذا تعرضت لضغط وجففت تماسكت جيبياتها وأصبحت صخرا طينيا بدون حاجة الى مادة أخرى لاحداث التماسك بين ذراتها .

وتتكون المواد الطينية فى دالات الأنهار ومصباتها وعلى جانبيها من أترالقيضانات وكذلك فى بعض البحيرات . على أن أهم مناطق تكوين الرواسب الطينية هى قيعان البحار على أعماق غير قليلة . ذلك أن المواد التى تحملها الأنهار الى البحار ترسب الى القاع تبعا لنظام بمقتضاه ترسب أولا المواد الثقيلة قرب الشواطئ ( الرمال الخشنة ) ثم الرمال الدقيقة بعيدة عن الشاطئ وتبقى المواد الطينية الخفيفة الذرات معلقة فى مياه

البحر فلا تصل إلى القاع الا وقد بلغت مسافة بعيدة من الشاطئ.. وقد أظهر الاختبار أن هذه الرواسب تمتد على قاع البحر فيما يزيد عن ١٠٠ قامة من العمق ( ٣٠٠ متر وزيادة ).

والأصل في المواد الطينية أن تكون مركبة من سليكات الألومنيوم الناتج عن تحليل معادن الفلسبار. على أنه توجد معها معادن أخرى كالكوارتز والميكا وأكسيد الحديد مما ينتج عن تحلل المعادن الأخرى وتتفق جميعا في صغر ذراتها المتناهي. كذلك توجد بالمواد الطينية غالباً بقايا نباتات متحللة أو متفحمة ومواد جيوية. أما اللون الأسود الذي يغلب في كثير من الصخور الطينية فيرجع إما إلى انتشار ذرات نباتية متفحمة أو ذرات من كبريتور الحديد. وهناك أنواع من الطين يسودها اللون الأحمر أو الأصفر أو الأخضر لوجود مواد ملونة بها كأكسيد الحديد أو المنجنيز.

وأنتى أنواع الطين المعروف بالطين الصيني ( China Clay ) . وهو الذي تصنع منه الأواني الخزفية الجيدة ( الصيني ) . وهذا النوع ينتج مباشرة من تحلل معادن الفلسبار .

وقد تختلط هذه المادة بذرات دقيقة من الكوارتز وتأخذ لنفسها لوناً أصفر وتسمى طينة رملية أو طينة صفراء ( loam ) .

وقد ترتفع نسبة كربونات الكالسيوم في الطين فتسمى طينة جيوية أو طفل ( marl ) . وهناك من المواد الطينية ما هو خال من المادة الجيرية أو القلويات وهذا النوع يمتاز عن غيره بتحملة درجة عالية من الحرارة فيسمى ( Fire-clay ) ويستعمل في تبطين الأفران الكهربائية .

وقد قدمنا أن الرواسب الطينية اذا ضغطت وجففت أنتجت الصخور الطينية وهذه على نوعين : —

(الأول) عبارة عن صخر مندمج متناسق يوجد في طبقات سمكية يسمونه

حجراً طينياً (Claystone or Mudstone) .

(والثاني) صخر طيني مركب من صفائح رقيقة يفصل بعضها عن بعض لأقل

ضغط يقع على الصخر وهذا يسمى حجراً طينياً صفحياً (Shale) .

والفرق بين النوعين راجع لاختلاف في العوامل المتحكمة في رسوب المواد في أول الامر . فالنوع الأول نتيجة رسوب مواد متجانسة رسوباً مستمراً أى تحت عوامل واحدة لمدة طويلة . بينما النوع الثانى نتيجة رسوب متقطع من مواد مختلفة بحيث تختلف كل صفحة عما يليها إما في مادتها نفسها أو في حجم ذراتها وبذلك تبقى كل صفحة منها غير مندمجة مع ما يليها .

وفى التطر المصرى نعرف من الصخور الطينية الأنواع الآتية : --

(١) غرين (طمي) النيل (Nile Silt) — وهو مادة مكونة من حبيبات

رفيعة جداً أظهر تحليلها أنها غالباً عبارة عن رمال رفيعة مختلط بها نسبة صغيرة من سليكات الالومنيوم وأكسيد الحديد وغيرها . هذه المادة ناتجة من تحلل صخور بازلتية تكوّن الهضاب العالية في بلاد الحبشة حيث ينبع النيل الأزرق .

فاذا هطلت عليها الأمطار الشديدة في فصل الأمطار في أوائل الصيف اكتسحت تلك المواد المفتتة وحملها النهر حيث يلقى بها على جانبي واديه وفي الدلتا وأينما ركدت هذه المياه مدة كافية لرسوب المواد الطينية منها . على أن مقداراً عظيماً منها ينطلق الى البحر الأبيض المتوسط فيرسب على قاعه قبالة مصبى النهر عند دمياط ورشيد . ولقد كان تتابع الفيضانات من عام لآخر منذ آلاف السنين مدعاة لأن تراكمت هذه المواد الطينية في أرض مصر وكونت التربة الزراعية التي تمتاز بخصبها العظيم . ويختلف تركيب هذه التربة الزراعية من مكان لآخر . فبينما بعض الأراضي سوداء ثقيلة أى دقيقة الحبات مندمج بعضها في بعض اذ البعض الآخر أراض صفراء

خفيفة لزيادة نسبة الرمال الخشنة فيها، ولكل نوع مزاياه من حيث المحاصيل الزراعية التي يصلح لزراعتها ونموها.

كذلك في الصناعة فبعض أنواع الطينة المصرية تصلح لصنع قوالب الطوب بينما البعض الآخر تجود منه صناعة الأواني الفخارية وهم جرا .

( ٢ ) الطين الاسوانى — طبقات من صخر طينى دقيق يتميز بارتفاع نسبة سليكات الألومنيوم فيه ولذلك فهو أصلح من غرين النيل العادى لصناعة الأواني الخزفية الممتازة .

وهذا الصخر يرجع تكوينه لعصر جيولوجى قديم حيث كان البحر يغمر هذا الجزء من الأرض حتى أسوان وما فوقها وفي مياهه تكونت هذه الرواسب الطينية التي ترى على أحسنها قرب مدينة أسوان .

( ٣ ) طفال (فصل) اسنا ( Esna Shales ) — هذا نوع آخر من الصخور الطينية يوجد فى طبقات تابعة لعصر جيولوجى قديم أيضا ويظهر على سطح الأرض قرب اسنا ويمتاز عن غيره لاحتوائه على نسبة لأبأس بها من نيترات الصوديوم. ولذلك يصلح سمادا للفلل والقصب ويستعمله المزارعون فى الجزء الجنوبي من الوجه القبلى لتسميد أراضيهم . على أن نسبة النيترات به صغيرة فلم تسمح حتى الآن باستغلاله كمصدر من مصادر النيترات لجهات القطر الأخرى .

وتوجد غير ذلك صخور طينية تتخلل طبقات العصور الجيولوجية المختلفة فى الصحارى المصرية وأبنا امتدت على سطح الأرض جعلت منه نجما يصلح بعد نزول الأمطار لزراعة الشعير وبعض الحبوب الأخرى .

الصخور الجيرية ( Limestones or Calcareous Rocks ) .

وهى صخور مركبة من كربونات الكالسيوم ومنها الحجر الجيرى المعروف (Limestone) والطباشير (Chalk) والدولوميت (Dolomite) وغيرها .

وهذه الصخور يغلب أن تكون بيضاء اللون إذا كانت قية على أن بعضها أصفر أو أسمر أو أزرق أو أسود وذلك تبعاً لنوع ومقدار المواد الغريبة المختلطة بها . وقد تكون مندمجة متماسكة لا مسام بها على أن بعضها قليل التماسك تكتنفه مسام وشقوق كثيرة .

ومن أهم مميزاتهما أن الأحماض تؤثر فيها فتنبعث منها غازات حامض الكربونيك .

وتختلف الصخور الجيرية في أصل تكوينها الى نوعين : -

#### صخور جيرية كيميائية (Chemically-formed Limestones)

وهي التي رسبت بالبخر من مياه كانت مذابة بها مادة كربونات الكالسيوم كما يرسب أحياناً من المعيون الجيرية وهي المادة المسماة (travertine) . وكراوسب الكهوف في بعض المناطق الجيرية وهي الرواسب المعروفة بالاستلاكتيت (Stalactites) والاستلاجيت (Stalagmites) التي هي عبارة عن عمدان رشيقة مدلاة من سقف هذه الكهوف وأخرى مقابلة لها من أرضيتها مكونة من مادة كربونات الكالسيوم للتبلورة . ( انظر اللوحة العاشرة ) . وسنأتى على وصف طريقة تكوينها عند التكلم على المياه الأرضية .

ومن هذا النوع أيضاً عروق الصخر المعروف بالألاستر المصرى . وهو صخر جبرى متبلور يوجد في عروق تخترق الصخور الجيرية الأخرى حيث يتكون بالرسوب من مياه مذاب بها كربونات الكالسيوم . وقد استغلت هذه العروق بوادى سنّور في الصحراء الشرقية قرب بنى سويف وصنع منها قدماء المصريين بعض هياكل وتمائيل جميلة كما أن المغفور له محمد على باشا الكبير اقتلع منها قطعاً كبيرة صنعت منها عمدان جامعته الشهير بالقاهرة .

### صخور جيرية من أصل عضوى (Organically-formed Limestones).

وهذه هى أهم أنواع الصخور الجيرية وأكثرها شيوعاً فى الأرض . ويرجع تكوينها الى قدرة بعض أنواع الحياة من حيوانات ونباتات على استنباط المادة الجيرية من مياه البحار التى تعيش فيها وتحويلها الى خلايا ومخارات لسكانها ووقاية أجسامها الرخوة .

وتوجد هذه الحيوانات والنباتات بكثرة عظيمة فى بعض البحار خصوصاً فى المناطق البعيدة عن مصبات الأنهار حيث لا تعكر مياهها ما تجلبه الأنهار من داخلية البلاد من رمل وطين .

وتتوفى هذه الحيوانات والنباتات فتسقط محاراتها وخلاياها الى قاع البحر فتتكون رواسب جيرية تتكاثر مع مرور الزمن الطويل وتتحول بالضغط ورسوب مواد أخرى بين ذراتها الى الأحجار الجيرية المعروفة .

ومن الحيوانات التى لها هذه القدرة على استنباط المادة الجيرية من مياه البحار الفورامينيفرا ( Foraminifera ) وهى من الحيوانات الدنيئة ذات المحارات الصغيرة وأحياناً مجهرية ومن أنواعها النوميوليت ( Nummulites ) . كذلك الشعب المرجانية ( Corals ) وهى التى تكون مستعمرات قد تبلغ حجماً كبيراً . كذلك الحيوانات المحارية والحلزونية المسماة مولسك ( Molluscs ) . ومن النباتات الدنيئة المعروفة بالألجا الجيرية ( Calcareous Algae ) .

وتوجد الصخور الجيرية فى مساحات واسعة بالقطر المصرى حيث تغطى الجزء الشمالى من الصحارى الغربية والشرقية وشبه جزيرة سيناء وتمتد على جانبيه نهر النيل من القاهرة حتى قرب ادفو . وأهم أنواعها : —

### الجبور الجيرى النوميوليتى ( Nummulitic Limestone ) .

وقد سُمى كذلك لتكوينه من محارات مستديرة تختلف حجماً من نصف الريال الى حجم العدسة وتشبه فى شكلها النقود ومن ذلك سميت ( Nummulites ) . ( انظر الشكل ٤١ ) .

وهذه الطبقات الجيرية توجد فى بلاد أخرى محيطة بالبحر الأبيض المتوسط . ويدل امتدادها على أنه فى العصر الذى تكونت فيه كانت جميع هذه المناطق مغمورة

بمياه بحر واحد . ويمكن رؤية هذا الصخر على سفح هضبة الاهرام وفي جبل المقطم وكذلك في الهضبة الممتدة على جانبي وادى النيل حتى قنا .



( شكل ٤١ ) قطعة من الحجر الجيري النوموليقي

#### الطباشير ( Chalk ) .

نوع من الأحجار الجيرية يمتاز ببياضه الناصع وقلة صلابته بحيث يترك أثرا أبيض على أى شيء يلامسه . وهو مكون من ذرات رفيعة أغلبها محارات الفورامينيفرا ( Foraminifera ) وفئات من محارات حيوانات أخرى ( شكل ٤٢ ) .

والطباشير يكثر وجوده في طبقات تابعة لعصر جيولوجي معين سمي لذلك بالعصر الطباشيري ( Cretaceous ) وسيأتي ذكره بعد . وهو يوجد بكثرة في صحراء التيه في شمال سيناء .

#### الدولوميت ( Dolomite ) .

نوع من الحجر الجيري تركيبه كبرونات الكلسيوم وكبرونات المغنيزيوم بكميات متعادلة تقريبا . وهو ناتج في الغالب من تأثير مياه مذاب بها كلورور

المجنيزيوم على الصخور الجيرية العادية واستبدال بعض كربونات الكالسيوم  
بكربونات المجنيزيوم .



(شكل ٤٢) قطاع تحت المهر لقطعة من الطباشير توضح تكوينه  
من محارات الفورامينيفرا

### الجبس ( Gypsum ) .

قدمنا الكلام عن الجبس ك معدن من المعادن الا أنه يوجد أحيانا في طبقات  
سميكة ممتدة على مساحات واسعة وقد تتكون منه سلاسل جبال متوسطة الارتفاع .  
وعلى ذلك يمكن وصفه باعتباره صخرا وفي هذه الحالة يكون من الصخور التي تكونت  
بطريقة كيميائية أى نتيجة بخر مياه بحار مقفلة أو بحيرات في مناطق حارة .  
ومن أمثلة ذلك الجبال الممتدة على جانبي خليج السويس والبحر الاحمر قرب  
منطقة البترول في الزينة وحما وكذلك في شاطئ سيناء الغربي وقرب القصير .

ويوجد معه صخر الأنهيدريت ( Anhydrite ) الذي يتكون من الجبس بعد فقدانه ماء  
التبلور . ويوجد الجبس والأنهيدريت في طبقات سميكة بمناطق البترول وأحيانا توجد معهما  
طبقات سميكة من ملح الطعام . وكل هذه من الشواهد التي تؤكد تكوينها في بحار أو بحيرات مالحة .



### صخر الفوسفات (Phosphate Rock) .

صخر مركب من فوسفات الكالسيوم مع مواد أخرى . وهذا الصخر يتكون في أول الامر من تراكم عظام حيوانات فقارية برية وبحرية من أسماك وزواحف ثم تحوّلها بمرور المدة الى فوسفات الكالسيوم . هذا مع العلم أن عظام الحيوانات البحرية تحتوى في المتوسط نحو ٦٠ ٪ من فوسفات الكالسيوم .

وتوجد طبقات هامة لصخر الفوسفات في تونس والجزائر وكذلك بالقطر المصري قرب البحر الاحمر عند سفاجة والقصر حيث تستغل على نطاق واسع . كما أنها توجد في جهات متقطعة بالصحراء الشرقية وفي وادى النيل قرب السباعية واسنا وفي الصحراء الغربية عند الواحات الداخلة والخارجة . على أن نفقات النقل في جميع هذه الجهات الأخيرة تحول دون استغلاله

والفوسفات هو من المواد التي تحتاج اليها بعض أنواع المزروعات كالبرسيم لثوبها وقد تفتقر اليها بعض الاراضي ولذلك يستعمل كسماد في كثير من البلاد .

### الفحم الحجري (Coal) .

صخر أصم حالك السواد سريع الكسر ومكسره محارى . وتبلغ نسبة الكربون به من ٧٥ الى ٩٠ في المائة . يحترق بسهولة فيعطى لهباً صافياً . ويرجع أصل تكوينه الى تراكم مواد نباتية كخضوع الاشجار وفروعها وأوراقها وقد يرى آثار بعضها لا تزال باقية في الفحم ولو أن أغلبها قد اندثرت معالته في عملية التحول الى فحم . ويوجد الفحم الحجري عادة في طبقات تتخلل طبقات أخرى من الصخور الرملية والطينية تابعة لعصر جيولوجى قديم سمي العصر الفحمى لهذا السبب . ويظهر أن الاحوال الجوية في ذلك العصر كانت ملائمة لنمو الاشجار والغابات في مساحات واسعة . أما بالقطر المصري فان الطبقات التابعة لذلك العصر الجيولوجى لا توجد الا في تقطتين على جانبي خليج السويس احدهما في وسط شبه جزيرة سيناء والأخرى

بوادى العربى بين جبال الجلالة القبلية والبحرية. على أنها كلها طبقات رملية تتخللها طبقات جيرية لا أثر للفحم بها . مما يدل على عدم ملائمة الاحوال الجوية لتو النباتات وتفتحها فى هذه البلاد .

على أن هناك فى شبه جزيرة سينا والصحراء الشرقية طبقات تابعة لعصر جيولوجى أحدث كثيرا من الأول ( العصر الطباشيرى ) تحتوى طبقات رقيقة جد من نباتات متفحمة ولكنها لا تبلغ فى أى مكان الدرجة التى تسمح باستغلالها .

وهناك عدا الفحم الحجرى مواد أخرى ناتجة من تراكم النباتات يمكن اعتبارها درجات بين الرواسب النباتية والفحم الحجرى . ومن هذه اللينيت ( Lignite ) أو الفحم الكاذب. وهو عبارة عن رواسب نباتية مضغوطة تحتوى على ٥٥٪ الى ٧٥٪ من الكربون . سمراء اللون يمكن استعمالها وقودا. وهى توجد عادة ضمن طبقات عصور جيولوجية حديثة .

كذلك للمادة المعروفة باسم (Peat) عبارة عن مواد نباتية مكدسة فى المستنقعات بالبلاد الرطبة. وهى أشبه شئ بالبرسيم المضغوط فترى الألياف النباتية لا تزال حافظة لشكلها وتركيبها الأصلى وتبلغ نسبة الكربون فيها ٦٠٪ والأوكسيجين ٣٣٪ والنيتروجين ١٪ تقريبا .

ويمكن اعتبار هاتين المادتين كأنهما حلقتان من سلسلة التفاعلات التى أدت الى تحول رواسب نباتية الى الفحم الحجرى .

### الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks) .

يتضمن هذا القسم صخورا بعضها من أصل راسب وبعضها من أصل نارى قد استحال بعد تكوينها الى حالة غير التى تكونت عليها فى أول الأمر .

وهذا التحول (Metamorphism) يحدث فى الصخور نتيجة الحرارة المرتفعة جدا أو الضغط الشديد أو هما معا. وله طرق كثيرة أهمها : —

( ١ ) التماس مع مواد مصهورة ساخنة (Contact-metamorphism). وذلك بتدخل المواد المصهورة التي تتكون منها السدود والعروق النارية وقت صعودها خلال القشرة الأرضية اليابسة .

( ٢ ) تراكم رواسب سمكية جداً فوق صخر سابق التكوين فيصبح هذا تحت ضغط شديد وحرارة مرتفعة .

( ٣ ) تقلصات في القشرة الأرضية نتيجة تفاعلات داخلية في جوف الأرض تجعل الصخور المكشوفة للقشرة الأرضية تحت ضغط وحرارة شديتين . وهذا النوع ينتاب مناطق ممتدة من الأرض فيسمى التحول الأقليمي ( Regional metamorphism ) . فالضغط والحرارة الناتجة من هذه الأسباب التي قدمناها قد تكونان كافيتين لصهر الصخر الواقعة عليه وإعادة تعلبه في حالة تبلور . وقد تختلط مادة الصخر الأصلي بالمادة المذكورة المتدخلة فيه والمتسببة في تحويره حتى إذا أعيد تصلب الصخر كان تركيبه قد اختلف اختلافاً بيناً عما كان في أول أمره .

وقد لا يكون الانصهار تاماً بل يحدث في الصخر المتحول شبه انصهار ينتج عنه ترتيب البلورات الأصلية تبعاً للضغط الواقع على الصخر في طبقات أو صفائح متوازية .

فما تقدم نرى أن الصخور المتحولة تكون في الغالب متبلورة وبلوراتها مرتبة في صفائح متوازية . وأهم أنواعها : -

الجبس (Gneiss) - وهو غالباً صخر متحول من الجرانيت بواسطة الضغط والحرارة الناتجين من تقلصات أرضية عنيفة . فهو مركب من المعادن المعروفة في الجرانيت إلا أن بلوراته مرتبة في خطوط متوازية بدل أن تكون موزعة بلا نظام ( شكل ٤٣ ) .



(شكل ٤٣) قطعة من الجنيش  
تبين توزيع البلورات المعدنية في طبقات متوازية

ويوجد هذا الصخر في بعض  
سلاسل الجبال الكبرى في  
الصحارى المصرية كما في شبه  
جزيرة سيناء.

الشيست (Schist) — صخر  
أهم خواصه أنه مركب من صفائح  
متلاصقة يسهل فصل بعضها عن  
بعض. وهو متحول بالضغط والحرارة  
من صخور طينية راسبة أو صخور  
نارية.

ومنه الوردواز (Slate) . متحول من صخور طينية أو بركانية .

ومنه الشيست الميكاى (Mica-Schist) لكثرة الميكا به (شكل ٤٤) .



(شكل ٤٤) قطعة من الشيست الميكاى  
يوضح تكوينها من صفائح رقيقة مجمدة

والشيست الطلقى (Talc-Schist)  
لكثرة الطلق به .

وتوجد أنواع كثيرة من الشيست  
بالصحارى المصرية في المناطق المحيطة  
بالصخور النارية المكونة للجبال  
العليا. وقد تكونت هذه الصخور

للتحولة من تأثير التقلصات العنيفة التي اصططبت تدخل هذه الصخور النارية  
ثم رفعها الى جبال شامخة .

الرخام (Marble) — هو صخر متحول مكون من بلورات متماسكة  
من الكلسيت . وهو في الأصل من الحجر الجيري تحول بفضل الحرارة الناتجة  
من تدخل المواد المصهورة به . وبعض أنواع الرخام بيضاء ناصعة لخالوها من المواد

الغريبة بينما البعض يكتسب ألواناً مختلفة نتيجة اختلاط مواد معدنية أخرى بكميات الكالسيوم المكوّن منها الحجر الجيري الأصلي . وفي القطر المصري بعض أنواع الرخام إلا أنها غير جديرة بالاستغلال لبعدها مسافتها وعدم جودتها . ومن أحسن أنواع الرخام المعروف بالعالم ما يستخرج من جبال كرارا بإيطاليا ومنها الرخام الأبيض الذي استعمل في أغلب التماثيل الشهيرة .

الكوارتزيت (Quartzite) — صخر متحول مركب من مادة سيليسية متماسكة وهو في الأصل صخر رملي تأثر بالحرارة الناتجة من تدخل مواد مصهورة فانصهر ثم تبلور كتلة واحدة متماسكة من الكوارتز .

## الباب الثالث

### العوامل المؤثرة فى القشرة الارضية

قد يبدو لنا سطح الأرض ثابتا وان ما حولنا من مناظر الطبيعة خالد أزل لم يتغير منذ عهد نشأة الكرة الأرضية. وقد يبعث هذا الاعتقاد فينا ويقويه أن هذه المناظر هي بعينها ما كان يراه آباؤنا وأجدادنا من قبل الى أقصى حدود التاريخ القديم . ولقد كان أجدادنا القدماء يسكنون وادى النيل الذى لا يختلف فى شيء عن الوادى الذى نسكنه تحيط به الصحارى تحدها البحار المعروفة لنا الآن وقد أثبتوا ذلك فى أساطيرهم وعلى جدران معابدهم مما لا يترك أى شك فى أن القطر المصرى الذى كانوا يسكنونه لا يختلف اختلافا محسوسا عن قطرنا الآن .

على أننا اذا القينا نظرة المدقق الى ما يحيط بنا من عوامل نجد أن هناك تغييرا حسيبا مستمرا فى وجه الأرض وان لكل عامل من عوامل الطبيعة أثره فى وجهها وان هذا الأثر وان كان ضئيلا فى ذاته الا أنه اذا أعطى الوقت الكافى فلا بد أن يحدث فى وجه الأرض أثرا كبيرا محسوسا. ولئنأت على بعض الشواهد للاستدلال على هذا الاستنباط :-

(١) نرى فى صيف كل عام مياه النيل تزداد فيمتلئ بها مجراه وانها اذا ذاك تكتسب لونا أحمر بفضل ما تحمله من الغرين الذى تكتسحه الامطار والسيول من هضاب الحبشة الى مجرى النهر. ونعلم أن هذه المياه المحملة بالغرين اذا انسابت فى حياض الوجه القبلى وعلى حقول الوجه البحرى فتركت راكدة وقتا كافيا ألقت على سطح هذه الاراضى بما تحمله من غرين يقدره الذين قاموا ببحث هذه المسائل بما لا يزيد سمكا عن مليمتر فى كل عام . ولا نجعل أنه قبل ضبط مياه النيل بما أقيم عليه من سدود وجسور وخزانات كانت مياه الفيضانات للمناخية تطفو على الجانبين فتغطي معظم الاراضى ولا تزول عنها حتى ينخفض منسوب النهر . فاذا اعتبرنا أن فيضان النيل حادث سنوى لم ينقطع منذ آلاف السنين نرى أنه يحتاج لآلاف عام لتكوين متر واحد من الغرين وان التربة الزراعية المصرية التى تعتبر بحق هدية النيل والى يبلغ متوسط سمكها نحو عشرة أمتار قد احتاجت على الاقل الى عشرة آلاف من السنين لتكوينها

وفي هذا دليل على أن حادثاً بسيطاً يحدث من عام لآخر قد يكون في ذاته ضئيل الأثر إلا أنه بغير الوقت الكافي قادر على أحداث تغيير محسوس في وجه الأرض.

(٢) نلاحظ من وقت لآخر أن الرياح الشديدة قد تحمل رمالاً من الصحراء فتقذف بها إلى وادي النيل وأن بعض المباني القريبة من حافة الصحراء والتي تعترض أمثال هذه الرياح قد تكومت على جوانبها هذه الرمال فساكتت قسرها، وقد نذكر أنه منذ بضع سنين كان تنثال أبو الهول المعروف قد غمر حتى نصفه تحت رمال الصحراء التي تذررها الرياح وأن مجهوداً عظيماً قد بذل لأزاحة هذه الرمال وإظهار نصفه الأسفل . فإذا تحولنا قليلاً في الصحاري أو على الشواطئ رأينا أكوام الرمال ( السكتبان ) ذات ضخامة تشهد بأن الرياح وما تحمله من الرمال قادرة على أحداث تغيير بين في وجه الأرض .

(٣) وكما سمعنا من أخبار الزلازل في اليابان وغير اليابان وما قد أحدثته من خسف لبعض أجزاء الأرض . كما أننا سمعنا بما ينبعث من براكين إيطاليا من الحمم الذي قد ينزل من فوهتها فيسمر ماحولها بطبقة من الحمم السيك .

كل هذه عوامل قد يكون أثرها ضئيلاً فإذا تعاقبت مرات متوالية أخذت أثراً محسوساً في وجه الأرض .

فما تقدم نرى أن التبات الذي يبدو لنا فيما يحيط بنا من ظواهر الطبيعة ظاهري فقط وأن الواقع هو أن وجه الأرض في تغير حيث مستمر وإن لكل عامل من عوامل الطبيعة أثره في أحداث هذا التغيير . وهو موضوع بحثنا في هذا الجزء من الكتاب .

والعوامل الطبيعية المؤثرة في سطح الأرض نوعان : —

(١) عوامل خارجية — ترجع لتأثير الغلافين الجوي والمائي في القشرة

اليابسة . ومن هذه العوامل تغير درجة الحرارة بين الليل والنهار وبين الشتاء والصيف . والرياح . والأمطار وما ينتج عنها من سيول وأنهار . والبحيرات والبحار والمحيطات . والثلاجات . وكذلك أنواع الحياة من حيوانات ونبات مما يسكن الأرض والبحار .

(٢) عوامل داخلية — ترجع لحالة جوف الأرض من حرارة وضغط وأثر

ذلك في القشرة الأرضية اليابسة . ومن هذه العوامل البراكين والزلازل والتقلصات الأرضية .

### العوامل الخارجية

للعوامل الخارجية تأثيرات مختلفة في سطح الأرض . وقد يختلف تأثير العامل الواحد في مكانين لاختلاف الظروف المحيطة بهما .

ولو اعتبرنا أن هذه العوامل كلها تعمل مجتمعة للتأثير في وجه الأرض لأمكننا تقسيم عملها الى ثلاث درجات : —

( أولاً ) تفتيت سطوح الصخور .

( ثانياً ) نقل المواد المنفتتة .

( ثالثاً ) رسوب هذه المواد .

ويعبر عن الدرجتين الأوليين بالتعرية . ولما كانت هذه الكلمة من الاصطلاحات الجيولوجية المتداولة فلا بد لنا من تفسيرها بشيء من الاسهاب .

التعرية ( Denudation or Erosion. ) — لفظ يفهم منه اظهار الشيء

المستتر بازاحة ما يستره . أما جيولوجياً فيقصد به الأثر الذي تحدثه العوامل الجوية في سطوح جميع الصخور من تحويلها من صخور صلبة الى مواد سائبة ثم ازاحة هذه وتعريض سطح جديد من الصخر الى هذه العوامل نفسها . فتغير درجة الحرارة بين الليل والنهار وكذلك الصقيع في البلاد الباردة كل هذه عوامل بما تحدثه من تمدد وانكماش في الصخور تؤدي الى تفككها وتفتتها فاذا هبت رياح شديدة أو سقطت أمطار على هذه السطوح اكتسحت المواد المتفككة وعرضت ما تحتها من صخر صلب الى نفس العوامل التي تبدأ فعلها فيه من جديد وهلم جرا :

فالعوامل الجوية اذن هي عوامل للتعرية وفي الوقت نفسه فان المواد التي تكتسح تنقلها الرياح أو المياه الجارية كالسيول والأنهار الى حيث تلقى بها إما في مهايط من الأرض أو في البحيرات أو البحار وهناك ترسب فتتراكم طبقات فوق طبقات ومنها تتكون الصخور الراسبة المعروفة .



فما تقدم نرى أن العوامل الخارجية هي في وقت واحد عوامل للتعرية والرسوب.

### تغير درجات الحرارة

ترتفع درجة الحرارة نهاراً وتنخفض ليلاً كما أن درجة الحرارة صيفاً هي أعلى كثيراً منها في الشتاء . فالفرق بين درجات الحرارة في الحالتين أكبر في البلاد الحافة المناخ منه في البلاد الرطبة وذلك لأن رطوبة الجو تقوم حاجزاً دون اشعاع الحرارة من الأرض واليهما .

في القطر المصري يبلغ متوسط الفرق بين أعلى درجات الحرارة نهاراً وأقلها ليلاً في الشتاء نحو ١٥ درجة بمقياس سنتيجراد. وفي الصيف نحو ٣٠ درجة بهذا المقياس.

على أننا نعلم أن حرارة الجو تزداد دائماً في الظل وأن الفرق بين أعلى درجة حرارة النهار وأقلها في الليل يكون كبيراً جداً في الصخور المعرضة لاشعة الشمس . وقد دلت البحوث التي قامت بها مصلحة الطبيعيات في هذا الصدد على ما يأتي : —

(١) أن أعلى درجة الحرارة التي يبلغها سطح الصخور في أشد أيام الصيف تزيد بنحو ٣٠ درجة بمقياس سنتيجراد على أعلى درجة يبلغها الجو في اليوم نفسه .

(٢) أن متوسط أعلى درجة الحرارة التي يبلغها سطح الصخور طول مدة الصيف هو ٦٨ درجة بمقياس سنتيجراد .

(٣) أن متوسط الفرق بين أعلى درجة الحرارة التي يبلغها سطح الصخور نهاراً وأقل درجة ينخفض إليها ليلاً طول مدة الصيف هو ٥٠ درجة بمقياس سنتيجراد .

هذا ولما كانت كل مادة تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة كان هذا التغير المستمر في درجة حرارة الصخور ينتج عنه تمدد وانكماش وان كانا قليلين إلا أن تواليهما المستمر لا بد أن يكون له أثر في الصخور . ولما كانت الصخور على العموم من المواد التي لا تسمح بمرور الحرارة فيها بسهولة كان التأثير لا يتعدى القشرة السطحية من الصخر .

فاذا كان الصخر الواقع تحت تأثير اختلاف درجة الحرارة متناسقاً أي مركباً من معدن واحد فإن القشرة السطحية تنفصل عما تحته وتنشطر حتى لتجد بعض الصخور الجيرية الصلبة والصخور الأخرى المائلة لها تعلوها قشور منها منفصلة عن باقي الصخر.

وان كان الصخر غير متناسق أى مركبا من معادن مختلفة فقد تختلف درجة التمدد فى كل من هذه المعادن ويكون فى هذه الحالة أول أثر لاختلاف درجة الحرارة تفكك بلورات هذه المعادن بعضها عن بعض ثم تقطت كل منها .

والنتيجة فى جميع الأحوال أن الصخر الصلب يصبح وقد علته طبقة رقيقة منه مفتتة غير متماسكة عرضة لأن تكتسح بأى عامل من العوامل الأخرى وهذه أول درجة من درجات التعرية .

ويرى أثر هذه العوامل على أتمه فى الصحارى المصرية فترى صخور الجرانيت مثلا وقد تحول سطحها الخارجى الى مادة رخوة سائبة حتى إذا أريد اقتلاع كتلة من الجرانيت لأى عمل من الأعمال فلا بد من ازاحة طبقة سميكة قبل الوصول الى الصخر الصلب الذى يصلح للاستعمال .

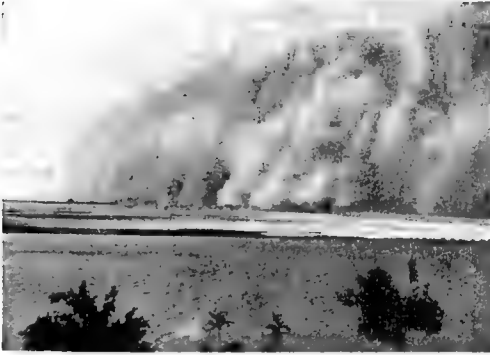
### الرياح

ذكرنا عند الكلام على الغلاف الجوى أنه مكون من غازات مختلفة وان تأثيرها فى الغلاف اليابس يرجع قبل كل شىء الى ميعها وسهولة حركتها . هذه الحركة هى فى الواقع نتيجة دورة الأرض وتغير درجة حرارة سطحها .

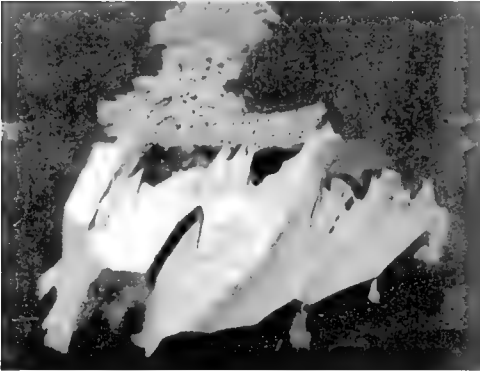
فالهواء اذا لامس صخرا مرتفع الحرارة يتمدد سريعا فيخف وزنا ويرتفع فيترك وراءه منطقة يقل ضغط الهواء فيها عما جاورها من المناطق . عند ذلك يفقد التوازن بين أجزاء الجو فيتدفق الهواء من المناطق ذات الضغط المرتفع الى تلك التى نقص فيها ذلك الضغط . ومن ثم تنشأ الرياح . وقد تكون الرياح ضعيفة فيكون أثرها قليلا على أن الرياح القوية تكتسح من سطح الأرض ما قد يقع فى طريقها من مواد رملية متفككة فتكسب بذلك سلاخا يحفلها من عوامل التعرية الفعالة .

( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الخامسة ) .

## ( اللوحة ٥ )



( ١ ) « الضباب » رياح محملة بالرمال يكثر هبوبها بالسودان



( ب ) يوضح تأثير الرياح المحملة بالرمال على قطع من الصخور الجيرية  
حيث تأكلت الأجزاء الرخوة وبقى الأجزاء الصلبة بارزة



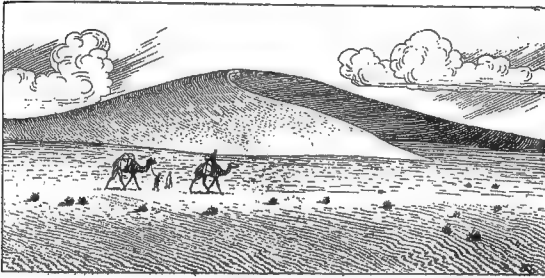
والرياح كعامل من عوامل التعرية هي أظهر أثرا في البلاد الحارة الجافة منها في البلاد الرطبة المعتدلة المناخ. ذلك لأنها في هذه الأخيرة تغطي سطح الأرض عادة الحشائش والتربة الرطبة وهذه تحمي ما تحتها من الصخور وتحرم الرياح سلاحها الذي ذكرناه .

فاذا مرت الرياح الحملة بالرمال على سطوح الصخور فانها تبريها وتصلقها واذا كان الصخر غير متناسق بأن كانت به أجزاء أصلب من الأخرى فتأكل الرياح في الرخو أكثر مما تأكل في الصلب فيبقى هذا بارزا . وفي المتحف الجيولوجي بالقاهرة مجموعة من الصخور بها عقد وحفریات تمتاز صلابة عن باقي الصخر بقيت بارزة من تأثير الرياح ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الخامسة ) . ويرى هذا الأثر أيضا في أبي الهول قرب أهرام الحيزة اذ أن الصخور التي نُحت فيها عبارة عن طبقات متتالية بعضها أصلب من الأخرى وهذه بقيت بارزة بينما الأخرى تآكلت بفعل الرياح لدرجة كبيرة . وقد تصادف أن رقبة الهيكل جاءت ضمن هذه الطبقات الرخوة فكان تأكلها سريعا وخيف على الرأس من السقوط فاضطرت مصلحة الآثار المصرية الى تدعيمها وتقويتها بطوق من الأحجار . مثل هذا الأثر يُرى في الصخور بالصحرارى ( كما في الصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة السادسة ) .

ومن الظواهر التي تشاهد كثيرا في الصحرارى وترجع الى فعل الرياح أن أغلب الحصى الملقى على سطح الصحراء هو على شكل أهرام مثلثة قد أطلقت عليها اللفظة الألمانية (Dreikanter) أى ذات الأضلاع الثلاثة . وذلك لأن الرياح يفلب هبوبها من اتجاه معين يختلف باختلاف المناطق فتقطع من الصخر في هذا الاتجاه .

والرياح في الوقت نفسه عامل من العوامل المؤدية للرسوب اذ بمجرد أن تصادف في طريقها عقبة تؤدي الى ايقافها أو تقليل سرعتها فسرعان ما تلتقي بحملها من الرمال والأتربة وهذه تتراكم على شكل كتبان أو في سطوح منبسطة .

والكتيب (جمعه كتيبان Sand dunes) تل من الرمل يختلف ارتفاعا من بضعة أقدام الى عشرات الأمتار مكوّن من رمال مستديرة الحبيبات. وقد يكون السبب فى تكوين الكتيب وجود حاجز أو مانع فى طريق الرياح كجبل أو تل أو شجرة أو بناء. وتكون الكتيبان أما مستطيلة واستطالتها فى اتجاه هبوب الرياح ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم باللوحة الرابعة ) أو هلالية الشكل وهى المعروفة بالبرخان ( Barkhan ) ( أنظر الشكل رقم ٤٥ ) ذات انحدار بسيط فى اتجاه الرياح



( شكل ٤٥ ) كتيب هلالى « برخان ». وفى الجزء الأمامى من الصورة ترى سطح الرمال مجعدا من تأثير الرياح .

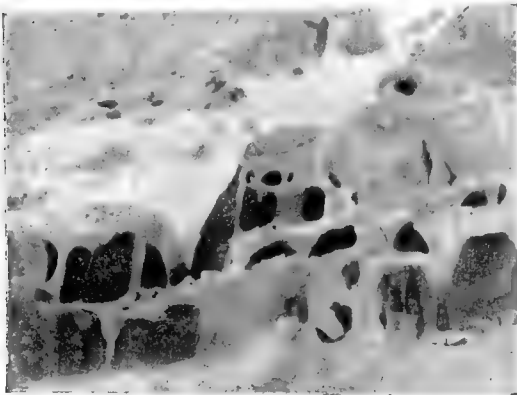
مع انحدار أشدّ يبلغ ٣٠° من الأفقى فى الوجه الآخر .

ويغلب فى سطوح الكتيبان أن تكون مجعدة تجاعيد رقيقة تشبه التجاعيد التى تحدثها الأمواج فى رمال الشواطىء ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم باللوحة الرابعة ). وتنتقل الكتيبان من مكان لآخر بفعل الرياح وقد تكون سرعة الانتقال قليلة أو كثيرة على حسب قوة الرياح. وقد قيسَت هذه السرعة فى بلاد السويد على الكتيبان الشاطئية فوجد أنها تختلف من ٢٤ قدما الى ١٥ قدما فى العام. وكيفية

( اللوحة ٦ )



( ١ ) « قصور البسات » مسخرة على الطريق بين نوا والنصير . يوضح تأثير الرياح على الصخور الرملية وتناكل الاجزاء الرخوة منها وبقاء الاجزاء الصلبة

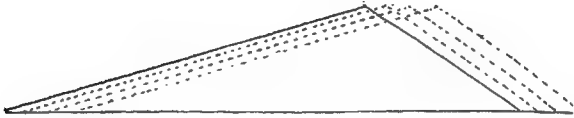


(ب) تقوُب في الصخُور الرملية من تأثير الرياح المحملة بالرمال — رأس الدب بالصحرَاء الشرقيّة  
قرب خليج السويس





انتقالها أن تنتزع الرياح الطبقة العليا من الرمال وتنفذ بها الى الجانب المقابل كما  
في الرسم رقم ٤٦ .



( شكل ٤٦ ) قطاع يوضح كيفية انتقال الكتبان

ولهجرة الكتبان أثر في حياة الانسان في الواحات وعلى حافة الصحارى اذ قد تمسكو على  
المزارع فتغمرها . وقد كشفت في بعض الصحارى الاسبوية بلاد كانت مزدهرة في عصور غابرة  
وقد غمرتها كتبان الرمال فترى أطلالها الآن وقد غفت مدنيها وهجرها أهلها .  
وقد يوقف سير الكتبان ما ينمو على سطحها من عشب وحشائش تحدث شيئاً من التماسك  
في سطوحها الرملية . وكتبان الرمال من أهم ظواهر الصحارى الا انها توجد أيضاً على الشواطئ  
حتى في البلاد غير الصحراوية كما في شواطئ البلجيك والنسويد والمانيا الشمالية .  
وفي القطر المصري تكثر كتبان الرمال في الصحراء الغربية حيث تمتد في  
خطوط مستطيلة تعيق سير القوافل فتتعدى فيها السياحة والاستكشاف . كذلك تكثر  
الكتبان في شمال الصحراء الشرقية بين طريق السويس وترعة الاسماعيلية وتمتد  
على مساحة واسعة في الجزء الشمالى من شبه جزيرة سيناء .

وعلى طول شاطئ البحر الأبيض المتوسط غرب الأسكندرية توجد كتبان  
من رمال بيضاء هي عبارة عن قطع مفتتة من محارات بحرية قذفت بها الأمواج  
فتناولتها الرياح الشاطئية وكومتها .

#### المطر (Rain)

تتبرخ مياه المحيطات والبحار والبحيرات والمستنقعات وجميع المناطق الرطبة فيصعد  
بخارها الى الجو ويختلط بالهواء . ويختلف مقدار ما يتصاعد من هذا البخار الى الجو  
 باختلاف حرارة الجو نفسه . ورطوبة الجو هي النسبة المئوية بين ما يحتويه من بخار الماء

وما يمكنه أن يحتويه لو كان مشعبا به على حرارة معينة فإن كانت هذه النسبة ٥٠ أو أقل سمي الجو جافا وإن زادت على ٨٠ سمي رطبا .

والهواء الرطب اذا خفضت حرارته بتمدده أو بلامسته لأشياء أبرد منه أو باختلاطه بهواء آخر أبرد منه تحولت الأبخرة التي يحملها الى ضباب أو سحب ومن هذه تهطل الأمطار .

ويختلف مقدار ما ينزل من الأمطار الى سطح الأرض اختلافا كبيرا من بقعة لأخرى . ولا يمكن اعتبار أى بقعة ما من الأرض عديمة الأمطار تاتا على أنه في الصحارى وهي التي تكون نحو ٢٠ ٪ من مجموع سطح اليابس يقل مجموع ما ينزل من الأمطار في العام عن ٢٠ سنتيمترا بينما ٥٠ ٪ من مجموع سطح اليابسة لا تنزل عليه من الأمطار أكثر من ٥٠ سنتيمترا في العام . وأمثال هذه الجهات لا يمكن زراعتها الا بطرق الري المختلفة . والباقي من سطح اليابسة ينزل عليه من الأمطار ما يزيد على ذلك . وقد يبلغ في بعض المناطق الاستوائية مقدار ما ينزل من الأمطار في العام ٢٠٠ سنتيمتر أو يزيد .

ولا بد لنزول الأمطار بكثرة في مكان ما من توافر جميع العوامل الآتية : —  
( أولا ) أن يكون على مقربة منها سطح كبير من الماء عرضة للبخر كالبحار مثلا .  
( ثانياً ) أن تهب عليها رياح قد مرت قبل ذلك على سطح الماء المذكور .  
( ثالثا ) وجود عامل يؤدي الى تبريد هذه الرياح ورسوب الأبخرة منها كالجبال أو تيارات هوائية .

ويكثر هطول الأمطار في المناطق الاستوائية ويقل تدريجاً نحو القطبين . كما أنه على الشواطئ أكثر مما هو في داخل القارات . ويزيد في المناطق الجبلية مع الارتفاع حتى منسوب معين يختلف باختلاف المناطق ثم يقل بعد ذلك فيما فوق هذا المنسوب . وفي هذه المناطق الجبلية يكون المطر أكثر في الجانب المقابل للرياح مما هو في الجانب الآخر .

أما المناطق الصحراوية فيرجع جفافها الى أن الرياح التي تهب عليها تمر قبل ذلك فوق مسطحات واسعة من الأرض تسلبها رطوبتها قبل وصولها اليها .

فما تقدم نرى أن مقدار ما ينزل من المطر على وجه الأرض يختلف من مكان لآخر . فإذا كان المطر عاملا من عوامل التأثير في وجه الأرض اليابسة فإن قوة هذا العامل تختلف من مكان لمكان .

( اللوحة ٧ )



أعمدة طبيعية نتج من تأثير الأمطار على رواسب من الرمل والحصى والجلاميد . فيحمى كل جلود ما تحته  
مع تأكل الأجزاء الأخرى — بلاد التيرول الإيطالية



تنزل مياه الأمطار على سطح الأرض فيتحول بعضها مرة أخرى الى بخار  
يتصاعد ثانية الى الهواء . والبعض يغور في ثقب الصخور وشقوقها ويقوم بدور  
هام من التأثير في القشرة اليابسة وسيأتي الكلام عليها . أما الجزء الثالث فيسيل  
على السطح ويقوم بدور هام كعامل من العوامل المؤثرة في وجه الأرض .

وقد قدر مجموع ما يهطل على وجه الأرض من أمطار بنحو ٢٩٠٠٠ ميل مكعب يسيل منها  
على السطح نحو ٦٥٠٠ ميل مكعب وهو مقدار عظيم جدا لا شك أن له أثرا محسوسا في تغير  
سطح اليابسة .

### المطر كعامل من عوامل التعرية — تؤثر مياه الأمطار في سطح الأرض

بطريقتين الأولى ميكانيكية والثانية كيميائية. أما الأثر الميكانيكي فيرجع الى أن  
المطر خصوصا اذا كان مصحوبا بريح شديدة يصطدم مع الصخور فاذا كانت  
مفككة أحدث انزلافا في جزئياتها فتهبط من أعلى الجبال والتلال الى أسفلها .  
وقد قدمنا أن من أثر اختلاف درجات الحرارة ومن الصقيع أن تعاو أغلب الصخور  
طبقة رقيقة من مادة مفككة فهذه المادة تكتسحها الأمطار فتعري سطحها جديدا  
تحتها يصبح بعد ذلك عرضة لعوامل التعرية الأخرى .

ويلاحظ في بعض البلاد الكثيرة الأمطار والتي تغطيها طبقة سميكة من صخر  
مكون من مواد متفاوتة في الصلابة أن تتكون فيها من تأثير الأمطار والرياح أعمدة  
طبيعية تحمي قممها جلايد من صخر شديد الصلابة تحمي ماتحتها مباشرة من التآكل  
حتى اذا ضعف العمود عن حمل الكتلة التي تحمي باستمرار التآكل سقطت هذه  
وتناول التآكل العمود ثانية حتى يصل الى كتلة أخرى تحميهم وهم جرا ( انظر  
الصورة الفوتوغرافية باللوحة السابعة ) .

ويظهر أثر المطر بوضوح أكثر في البلاد الصحراوية الجافة منه في البلاد الرطبة  
رغم أن هطول المطر أكثر في الثانية منه في الأولى. وذلك لأن البلاد الرطبة تغطي  
سطحها غالبا الحشائش والأشجار وهذه بماتبعتها من جذور بين جزئيات الصخر تجعل

السطح أكثر تماسكا وأقوى على مقاومة فعل المطر فيه . كذلك تعمل الحشائش كأنها اسفنجة تمتص مياه الأمطار وتوق سيلها الشديد عن أن يكتسح ما تحته من ضخور .

أما في البلاد الجافة حيث السطح مغطى بمواد صخرية متفككة فإن فعل الأمطار القليلة التي تهطل عليها مما لا يستهان به . وأمثلة ذلك في الصحارى المصرية كثيرة أكثرها وضوحا ما يسمونه (Bad-lands) وهي الأراضي الطينية الطباشيرية التي تقسمها مياه الأمطار والسيول إلى أخاديد متوازية تفصلها جروف حادة قليلة الارتفاع ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الثامنة ) .

أما الطريقة الكيميائية التي تؤثر بها مياه الأمطار في الصخور المكونة لسطح اليابسة فمرجعها إلى أن المطر يذيب في نزوله من الهواء بعض الغازات المكونة له ومنها الاوكسجين وثاني أوكسيد الكربون . ومع أن المقدار الذي يذيه ماء المطر ضئيل فإنه يكسبه قوة عظيمة في التأثير في الصخور . فالأوكسجين يتحد مع مواد معدنية مختلفة ويحولها إلى أكاسيد بينما ثاني أكسيد الكربون الموجود في ماء المطر يجعله حامضا ضعيفا يؤثر في الكربونات كالجبر الجيري فيذيبه ومن ثم تنشأ العيون المعدنية الجيرية . ومثل هذا الأثر في كثير من المعادن والصخور الأخرى . مثال ذلك الفلسبار فإنه يتحول من تأثير مياه الأمطار إلى الطينة الصينية (الكاولين) وينتج عن ذلك تفتت الجرانيت بتحلل بعض المعادن المكونة له وهكذا الحال في كثير من الصخور الأخرى .

#### المياه الغائرة في الأرض (Underground Water)

قدمنا أن جزءا من مياه المطر يغور في باطن الأرض متخللا الشقوق والفجوات في الصخور ذات المسام (pervious rocks) . ومع أن بعض هذا الماء يعود إلى السطح ثانية بالجاذبية الشعرية (capillary action) وما تمتصه جذور النباتات إلا أن جزءا

( اللوحة ٨ )



( أ ) تأثير الامطار في الصخور الطباشيرية والطينية حيث تنحدر اخاديد متوازية ( Bad-Lands ) .  
شبه جزيرة سينا



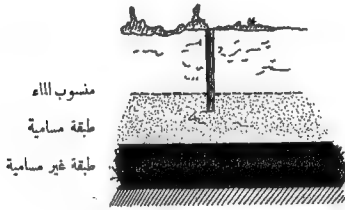
( ب ) تأثير هوامل التربة في صخر الجرانيت . جبل النصفاء جنوب سينا .





عظيما منها يبقى فى الأرض ويتغلغل فى باطنها فيقوم بدور هام فى التأثير فى القشرة الأرضية اليابسة .

ويقف الماء تحت سطح الأرض على منسوب معين يعبرون عنه بمنسوب مياه تحت الأرضية (Underground Water-table) . وهو مايعبر عنه فى بعض الجهات بلفظة « الخناخ » . وهذا يختلف عمقا فيكون قريبا من السطح فى المناطق الرطبة الكثيرة الأمطار وعلى مقربة من البحار والأنهار . ويكون بعيدا عن السطح فى المناطق الجافة . وما الآبار التى نحفرها للحصول على الماء الا حفر تبلغ هذا المنسوب كما فى الشكل رقم ٤٧ .

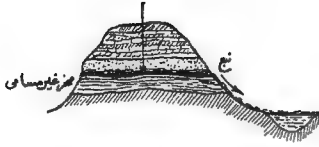


( شكل ٤٧ ) قطاع يوضح وجود مياه تحت الأرضية فى الطبقات المائية ومنها تستمد الآبار مياهها .

وفى الأراضي المنبسطة كأرضى الدلتا ووادى النيل مثلا يكون منسوب الماء على عمق معين . أما اذا اختلف سطح الأرض الى مرتفعات ومنخفضات فقد يتقاطع منسوب الماء مع سطح الأرض فيصير جزء من السطح تحت منسوب الماء الداخلى ومن ذلك تنشأ المستنقعات كما فى الشكل رقم ٤٨ .



( شكل ٤٨ ) قطاع يمثل تقاطع منسوب الماء الأرضى بسطح الأرض وتكوين المستنقعات

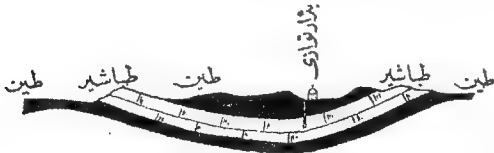


(شكل ٤٩) نطاع يمثل ظهور مياه تحت الأرضية على السطح في العيون

فاذا كان ظهور الماء على السطح بقوة تسمح بسيولته لانحدار السطح فان الماء ينبع في عين ( Spring ) كما في الشكل رقم ٤٩ .

ويختلف مقدار ما يتخلل الصخر من الماء باختلاف مساميته فالصخور الرملية مثلا كثيرة المسام وقد يبلغ ما تحتويه من المياه ٣٠ في المائة من حجمها بينما الصخور الطينية صغيرة الحبيبات مندمج بعضها في بعض بحيث لا تترك بينها مكانا للمياه وهي لذلك لا تحوى من المياه الا قليلا (impervious) .

والمياه التي في باطن الارض هي في حركة مستديمة من أعلى الى أسفل بحكم الجاذبية الأرضية. على أنه يتحكم في هذا الاتجاه ما قد يعترض سيرها من الطبقات العديمة المسام أو الشقوق التي في الصخور. فاذا تغلغلت المياه في صخور ذات مسام ثم اعترضتها طبقة لا مسام بها اضطرت أن تتبع في انحدارها سطح هذه الطبقة الأخيرة وقد يؤدي بها ذلك الى الظهور على السطح مرة أخرى في عيون كما قدمنا . وقد تكون الطبقة ذات المسام منثنية اثناء مقعرا بين طبقتين عديمتي المسام فتتجسس المياه في الطبقة الوسطى حتى اذا حفرت لها بئر في وسط التقعر صعدت الى السطح لتعادل منسوب الماء الأعلى في هذه الطبقة . وهذا ما يسمونه الآبار الارتوازية (Artesian wells) (انظر الشكل رقم ٥٠) .



(شكل ٥٠) قطاع بين طبقات الصخور تحت مدينة لندن ويوضح كيفية حصولها على المياه من الآبار الارتوازية .

وليس في القطر المصري من الآبار ما ينطبق عليه التعريف العلمي الصحيح للآبار الارتوازية . بل كل ما في وادي النيل والدلتا من الآبار هي آبار عادية تحصل

## ( اللوحة ٩ )



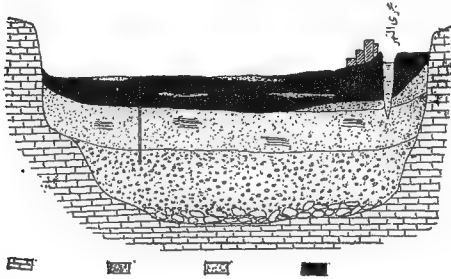
(أ) بئر من آبار الواحات الخارجة تفجر منه المياه بقوة كبيرة .



(ب) عين من عيون الماء بالواحات الخارجة تصب مياهها في قناة توزعها على الحقول .



على ما بها من ماء من طبقات رملية تلى التربة الزراعية ومتصلة اتصالاً مباشراً بمجرى نهر النيل الذى ترشح مياهه الى هذه الطبقات الرملية ( انظر الشكل رقم ٥١ ).



( شكل ٥١ ) قطاع تقريبي لوادى النيل قرب بنى سويف يوضح ان الوادى عبارة عن قناة في الصخور الجيرية تملأها رواسب من الحصى ثم الرمل ثم الغرين

أما واحات الصحراء الغربية المعروفة كالخارجة والداخلة والبحرية فهذه يرجع خصبها في وسط هذه الصحراء الجذبة الى وجود عيون متفجرة وآبار أقرب ما تكون للآبار الارتوازية الصحيحة . ( انظر الصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة التاسعة ) .

إذ أن المياه فيها تتبع من طبقة حجرية رملية تغطيها طبقات طينية وتمتد من أعلى السودان حيث تنزل عليها الامطار الغزيرة فتتخللها وتنحدر تبعاً لميل هذه الطبقات ثم تظهر ثانية على السطح في الآبار التى تحفر بهذه الواحات التى يقل منسوبها كثيراً عن منسوب الطبقات الحجرية الرملية بالسودان .

وقد تبلغ المياه في بعض الأحيان عمقاً كبيراً في باطن الأرض فتكتسب من ذلك حرارة عظيمة حتى إذا اعترضها شق من الشقوق أو أى سبب آخر يؤدى لعودها الى السطح ثانية فإنها تخرج في عيون شديدة الحرارة وهى العيون الحارة (Hot-springs) . ومثل هذه العيون معروف بالقطر المصرى خصوصاً على شواطئ خليج السويس . وأحسن أمثلتها عيون حمام فرعون على شاطئ شبه جزيرة سيناء

حيث تبلغ درجة حرارة الماء المنبعث منها نحو ٧٠ درجة بمقياس سنتيجراد .  
أما الأثر لهذه المياه المتغلغلة في القشرة الأرضية فيرجع قبل كل شيء الى أن  
هذه المياه بحكم ما تكتسبه من غازات الهواء وخصوصاً ثاني أوكسيد الكربون  
أقوى على إذابة بعض المواد المعدنية من المياه العادية . فاذا تخللت هذه المياه صخوراً  
جيرية مثلاً أذابت منها مقداراً كبيراً من كربونات الكلسيوم حتى اذا عادت  
للظهور على السطح في عيون كانت هذه العيون جيرية وترسب منها المواد الجيرية  
قرب فوهة العين (Travertine) .

وهناك من هذا النوع من العيون ما يكون غنياً بالمادة الجيرية حتى لترسب  
هذه على أى مادة توضع تحت تأثيرها (Calcareous Springs) .

واذا كان مرور المياه في طبقات تحتوى مركبات الحديد أو الكبريت مثلاً  
كانت العيون حديدية أو كبريتية وهلم جرا . والعيون الساخنة تكون مياهها عادة  
معدنية أكثر من غيرها إذ أن الماء الساخن أقدر من المياه الباردة على إذابة المواد  
المعدنية من الصخور . ولذلك فأغلب العيون الساخنة إما كبريتية (كعيون مياه  
حلوان وحمام فرعون) أو سيليسية أو بها أملاح الكلورور أو المجنيزيوم .

وقد تقطع المياه لنفسها في باطن الأرض مجارى مستترة وقد تبلغ هذه المجارى  
حجماً كبيراً بحيث تنسرب اليها مياه الأنهار فتجف وديانها السطحية . كما هو الحال  
في بعض الأنهار بالمناطق المكونة من الصخور الجيرية في شمال انكلترا حيث  
يختفي النهر تحت الأرض مسافات يعود بعدها للجريان على السطح مبتدئاً من  
عيون في نقطة أخرى في أسفل الوادى وهلم جرا .

ومن أثر هذه المياه الباطنية تكوين الكهوف (Caves & Grottos)  
التي تكثر في طبقات الصخور الجيرية حيث تذيبها المياه الباطنية . وقد تبلغ  
أحياناً حجماً كبيراً . واذا تسربت مياه جيرية أخرى الى هذه الكهوف فقد  
تؤدى أحياناً الى تكوين العمدان الرفيعة الرشيقة المعروفة باسم استالاكتيت

(اللوحة ١٠)



« الاستلاكية والاستلاجيت » بكهف الذئب قرب مدينة لورد في جنوب فرنسا





واستالاجيت السابق ذكرها . ذلك لأن كل نقطة من الماء المشبع بالمادة الجيرية تدخل الى سقف الكهف تبقى معلقة هنيئة على ذلك السقف فتفقد جزءا مما تحويه من غاز ثانى أوكسيد الكربون . فيرسب منها بعض ما تحمله من كربونات الجير مكان النقطة . فاذا تعددت النقط المائية الواحدة تلو الأخرى أدت الى بناء عمود رقيق من المادة الجيرية المتبلورة (الاستلاكتيت) تشبهما يسيل على جوانب الشمعة وقت اضافتها . على أن نقط الماء بعد أن فقدت جزءا مما كانت تحمله من المادة الجيرية كما يمتنا تسقط الى أرض الكهف تحت نقطة دخولها وهناك تبخر وتترك ما احتفظت به من كربونات الكلسيوم حيث يتكون عمود آخر مقابل الأول ( الاستالاجيت ) . وقد يتقابل العمودان ويشبكان ( انظر الصورة الفوتوغرافية باللوحة العاشرة ) .

وللمياه الباطنية تأثير في باقى الصخور بفضل تحلل المواد المعدنية من فعل هذه المياه . ففي الصخور النارية مثلا تتأثر معادن الفلسبار فتتحول الى مواد طينية ( كلولين ) . وبالاختصار فإن هذه المياه بتخللها طبقات الأرض العليا تؤدى بعض ما تؤديه العوامل الجوية السطحية . فهي اذن عامل من العوامل المؤثرة فى القشرة اليابسة .

## المياه الجارية على السطح

### السيول ( Torrents )

نسمع بعد هطول مطر غزير فى مصر أن السيول قد انحدرت من حافة الصحراء الى البلاد العامرة وأنها قد قطعت الطرق والسكك الحديدية فعطلت المواصلات وأحدثت اتلافا كبيرا . ولم رأينا منطقة العباسية وبعض أجزاء القاهرة الشرقية وقد غمرتها هذه السيول فامتلات بالمياه أزقتها وشوارعها بل وأدوار منازلها السفلى . وفى ( الصورة

رقم ١ باللوحة الحادية عشرة) ترى أحد شوارع القاهرة وقد غمرته مياه المطر فاستحال قناة يستعملون فيه الفلك الصغيرة .

ولو أتيت لنا فرصة الوجود بالصحراء على مقربة من وادى النيل عند نزول مثل هذه الأمطار لرأينا كيف تتكون هذه السيول الجارفة من قط المطر الصغيرة . فعند نزول أول المطر يهبط على سطح جاف خاوية مسام صخوره فتبتله هذه حتى اذا امتلأت به وتبلل سطح الأرض ابتدأت قط المطر تجتمع فى خيوط رفيعة من الماء تنحدر رويدا رويدا من أعلى التلال الى أسفلها . فترى الأرض قد غطتها شبكة من هذه الخيوط الفضية تشبك كل واحدة منها بأخرى وتنتهى كل مجموعة منها الى مجرى صغير تنحدره . وهذه المجارى تنحدر لتتصل بأخرى مثلها وهكذا دواليك حتى تنتهى الى خور تلتقى فيه جميعا فيتكون منها سيل يكبر كلما هبطنا مع الخور حتى يصير سيلا جارفا يتزايد حجما وسرعة الى أن ينتهى الى وادى النيل نفسه حيث ينتشر فوق ما تحده من سهول . كما فى ( الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الحادية عشرة ) .

فالسيل ما هى الا أنهار وقتية تظهر عقب الأمطار الشديدة وتجف فيما بين ذلك . وتوجد أمثال هذه الخيران التى قد نحرتها السيول على جانبي وادى النيل وفى الصحارى المصرية فاذا ما هطلت الأمطار امتلأت بمياه السيول وقد تحدث أضرارا كبيرة كما قدمنا .

واذا أخذنا كوبا من مياه هذه السيول وهى تجرى فى خيرانها وجدناها عكرة غير صافية . فاذا تركت قليلا رأينا قاع الكوب وقد تغطى بطبقة رقيقة من الرمل . على أن الماء لا يروق تماما حتى يكمث بالكوب وقتا يسمح بأن يرسب من الماء ما علق به من مادة طينية دقيقة ! فياه السيل اذن تقوم بدور هام فى عملية التعرية اذ تكتسح من جوانب وبطون خيرانها ما تقوى على حمله من طين ورمال

(اللوحة ١١)



(١) منظر أحد شوارع القاهرة وقد غمرته مياه السيول بعد أمطار شديدة .



(ب) منظر سيل جارف بشبه جزيرة سيناء بعد مطر شديد .



وقد تجرف أمامها غير ذلك جلاميد كبيرة من الصخر مما يجعل على بطون خيراتها .  
ا كواما غير منتظمة من جلاميد وحصى ورمال تعوق السير عليها لحد كبير .  
( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الثانية عشرة ) .

وهذه المواد هي الآلات التي تمكن السيول من نحر خيراتها وتعميقها وذلك  
لأنها في سيرها ترتطم بباطن الخور وجانبيه وتحتك بها فتبريها . وقد يكون ما يقوم  
به السيل الواحد في كل مرة قليلا الا أن تكرار هذه العملية في مئات بل آلاف  
السنين كفيل بأن يجعل لها أثراً محسوساً . وقد يبدأ الخور كشق ضيق بين  
الصخور فيصبح بفضل هذه السيول وما تحمله من مواد هوة سحيقة بين حائطين  
عظيمين . ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ٢ باللوحة الثانية عشرة ) .

ومع أن القطر المصرى من البلاد القليلة الأمطار فإن تأثير فعل المطر والسيول  
يظهر واضحاً في الصحارى لأن سطح الأرض فيها عار لا تغطيه من الأعشاب  
والأشجار ما يكسب صخوره تماسكا يمكنها من المقاومة . أما في البلاد الممطرة  
كالمناطق الجبلية بأوروبا وغيرها فقد شوهد أن الأجزاء التي تغطيها الغابات لا تتأثر  
بفعل الأمطار بالدرجة التي تتأثر بها المناطق الصخرية العارية .

وقد لوحظ أن المناطق التي قطعت غاباتها فتركت عارية قد تمكنت الأمطار من اكتساح  
طبقة التربة التي كانت تسكوها وأصبحت لذلك جرداء واضطر أن يهجرها ساكنوها . وقد أدى  
ذلك في فرنسا وغيرها الى سن القوانين التي تحتم على من يقدم على قطع أشجار غابة ما أن يزرع  
مكانها أشجارا أخرى تفاديا لهذا الخطر الجسيم .

هذا وإذا كانت السيول تكتسح أمامها من الصخور ما يمكنها اقتلاعه وحمله  
فهي في الوقت نفسه تحملها لتلقى بها على سطوح السهول التي تنتشر فوقها بعد  
خروجها من خيراتها . ذلك لأن مياه السيول التي تنحدر بقوة في الخيران اذا وصلت  
الى السهل للنبسط فقدت قوتها وانتشرت فوقه فلا تقوى على حمل ما اكتسحته من



( شكل ٥٢ ) « دال جاف » . أو ما تلقىه مياه السيول عند خروجها من وديان ضيقة الى سهول متسعة .

مواد فتلقى بها على شكل نصف دائرة مركزها فوهة الخور . وهذا ما يسمونه مخروط السيول ( Alluvial Cone ) أو الدالات الجافة ( Dry deltas ) . حيث ترسب الجلاميد والحصى النليظ قرب فوهة الخور ومن ثم يتناقص الحصى حجا فينتهى برمال ومواد طينية عند حافة المخروط ( انظر الشكل رقم ٥٢ ) .

### الأنهار والوديان ( Rivers & Valleys )

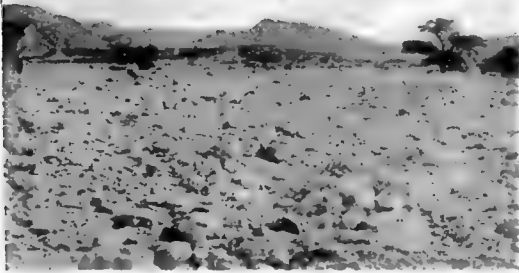
تختلف الأنهار عن السيول فى أنها مجارى مياه مستديرة لاتنقطع . وذلك لأن رؤوسها فى مناطق كثيرة الأمطار أو تغطيها الثلوج ولأنها تعتمد عدا ذلك على ما يصب فيها من مياه العيون أو البحيرات .

ويغلب فى مجرى النهر أن يكون كبير الانحدار فى الجزء الأعلى منه القريب من رأسه أى فى الجبال التى يبدأ فيها . وأن يكون قليل الانحدار فى الجزء الأسفل منه أى الذى يقطع السهول التى تفصل الجبال من البحر الذى يصب فيه .

وقد تختلف عن ذلك بعض الأنهار حيث الجبال على حافة البحر مباشرة أو حيث تتبع الأنهار فى سهول أو هضاب منبسطة .

والدور الذى تلعبه الأنهار فى التأثير فى وجه اليابسة مزدوج . فبينما هى تعمل على هدم الجبال العليا وازالتها فانها من ناحية أخرى تنقل ما تكسره من المواد الى السهول والبحار فتلقى بها اليها لترفع مستواها . فهى كهاى العوامل الخارجية المؤثرة فى القشرة اليابسة تعمل على تسوية سطحها وازالة البروز منها .

(اللوحة ١٢)



(أ) جلايد وحمى ممقولة مما تكتسحها السيول بأحد الوديان بشبه جزيرة سيناء



(ب) واد مبيق وعر الجانين «كانيون» نحرته مياه السيول في الصخور الجيرية بهضبة التيه بشبه جزيرة سيناء





ففي الجزء الأعلى من النهر يكون التيار قويا سرياً وله قدرة على حمل ما ينزلق اليه من جلاميد الصخور والحصى والرمل وهذه كلها تتمكن من نحر واديه .  
ولقد شبه بعضهم النهر في هذا الجزء منه ببرد عظيم أسنانه ما يعلق بمائه من الجلاميد والحصى ينحدر باستمرار في باطن الوادى وعلى جانبيه .

وتختلف قوة الأنهار في هذا الصدد باختلاف نوع وحجم ومقدار المواد التي تحملها وهذا من ناحية أخرى يعتمد على نوع الصخور المكونة للجانبى الوادى وعلى حجم النهر وسرعة تياره . فاذا كانت الصخور التي يحملها صلبة كبيرة وكان النهر غزير المياه سريع الانحدار كانت قوة اصطدام هذه الأحجار بباطن الوادى وبجانبيه كبيرة والعكس بالعكس .

ويختلف الأثر الذى يحدثه النهر في واديه باختلاف الصخور المكونة للوادى نفسه . فبينما الصخور الرخوة تقع فريسة سهلة لعوامل الهدم المذكورة اذا بالصخور الصلبة تقاوم فلا تتأكل الا قليلا ومن هذا ينشأ علم الانسجام في شكل الوديان لاختراقها لأنواع مختلفة من الصخور .

ويختلف شكل الوادى كذلك على حسب قوة النهر نفسه ونسبة ذلك الى



عوامل التآكل الأخرى وتأثيرها على جانبى الوادى . فالأنهار في بدء نشأتها كما في أعلى مجاريها تكون وديانها عميقة ضيقة على شكل (٧) .  
ذلك لأن قوة النهر على النحر أكبر من قوة

عوامل التآكل الأخرى على الجانبين . ( انظر

(شكل ٥٣) قطاع يمثل شكل الوادى في أعلى مجارى الأنهار .

الشكل (رقم ٥٣) .



(شكل ٥٤) قطاع يمثل شكل الوادى  
فى أواسط مجرى النهر

أما فى الأجزاء السفلى من  
الوديان حيث النهر قليل الحول  
لا يشق لنفسه الا قليلا فان الوادى  
يكون مفرطاً مستعماً لتفوق عوامل  
التعرية على الجفافين. (انظر الشكلين  
رقمى ٥٤ و ٥٥).

وهناك وديان غير عادية الشكل كالخيران العميقة المعروفة بالكانيون (Canyon)  
وهى خاصة بالمناطق الجافة المكونة من طبقات صخرية أفقية لا تتأثر بعوامل التعرية  
الأخرى الا قليلا بينما النهر ينحدر  
واديه بنشاط محسوس .



(شكل ٥٥) قطاع يمثل شكل الوادى فى مجارى الانهار السفلى

وخير الأمثلة على هذا النوع الكانيون المعروف فى مقاطعة أريزونا (Arizona)  
بالولايات المتحدة الذى يبلغ طوله نحو ٢٠٠ ميل وعمقه من ٣٠٠٠ الى ٥٠٠٠ قدم  
وعرضه عشرة أميال وهو يخترق صحراء مكونة من هضبة صخرية جيرية أفقية . وفى  
بعض الصحارى المصرية المكونة سطحها من طبقات من الصخور الجيرية قد  
نحرت مياه السيول المتتابعة منذ القدم وديانا عميقة ضيقة أشبه ما تكون بالكانيون  
بحجم صغير ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثانية عشرة ) .

وتلتوى الوديان لوجود اختلاف بين صلابة الصخور التى يخترقها النهر . وقد  
يكون هذا الانثناء بسيطاً فى أول الأمر الا أنه يتضاعف من تأثير ازدياد قوة الماء  
على النحر فى الجزء المقعر فيزيد تعقيراً بينما الجزء المجدب تقل فيه سرعة الماء فتسبب  
عليه المواد فتزيد فى تحديه (انظر الشكل رقم ٥٦) .

( اللوحة ١٣ )

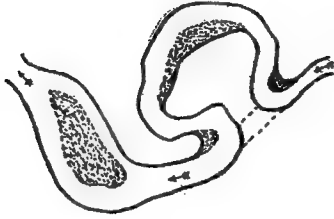


( ١ ) منظر شلالات أسوان الناتجة من مقاومة الصخور الجرانيتية الصلبة لفضل مياه النهر



(ب) حفر مستديرة (Pot-holes) في الصخور الجرانيتية بشلالات اسوان ناتجة من فضل المياه و باطن الوادي





( شكل ٥٦ ) .التواء النهر في مجراه الأسفل

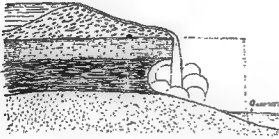
وقد تلاحظ هذه الالتواءات ( Meanders ) بوجه خاص في الجزء الأسفل من الوادى حيث النهر ضعيف وعرضه لأن ينحرف عن طريقه الأصلي لأقل عائق يعوقه .

#### الشلالات ومساقط المياه ( Cataracts & Waterfalls )

ومن الظواهر في بعض الوديان ويرجع أصلها الى اختلاف صلابه الصخور التى يخترقها النهر الشلالات . وهى تظهر أينما اعترض النهر عروق أو طبقات من صخور أشد صلابه من باقى الصخور المكوّنة للوادي فهذه تقاوم عملية النحر فتبقى بارزة بينما باقى الصخور المحيطة بها تتأكل . ومن هذا النوع شلالات أسوان وحلفا والشلالات الأخرى التى تعترض مجرى نهر النيل فتعيق أعمال الملاحة فيه ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة الثالثة عشرة ) .

أما مساقط الماء فهذه تنتج من مرور مياه النهر فوق طبقتين متتاليتين من صخور مختلفة الصلابه فهى تنحرف فى الرخو وتترك الصلب قائماً . ومن خير أمثلة هذا النوع مساقط مياه نياجرا ( Niagara Falls ) على نهر سان لوران فى كندا ومساقط مياه فكتوريا بجنوب افريقيا ( انظر الصورة الفوتوغرافية باللوحة الرابعة عشرة ) . وتسقط المياه فى الأولى منها من ارتفاع خمسين متراً تقريباً فوق طبقة من الحجر الجيرى الصلب تحتها طبقات من الأحجار الطينية الرخوة وهذه الأخيرة تتأكل بما

ينصب عليها من مياه المسقط وتترك الطبقة الجيرية الصلبة معلقة فوقها وهذه تنتهي بأن تسقط ويتراجع المسقط الى الوراء رويدا رويدا . وقد قدر تراجع المسقط بنحو



٣٠ سنتيمترا كل عام . وقد تراجع

نحو ٦ كيلومترات عن مكانه

الأصلي عند بلدة كوينزتاون

( Queenstown ) ( انظر الشكل

( شكل ٥٧ ) قطاع لمسقط نياجرا بكندا يوضح تراجع موقع المسقط قرب بلدة كوينزتاون

( رقم ٥٧ ) .

ومن الظواهر التي ترى في بطون الوديان الصخرية تحت مساقط المياه أو على

مقربة منها وجود حفر عميقة ضيقة مستديرة مصقولة وهي التي يسمونها بالفرنسية

( marmite de geant ) وبالإنكليزية ( Pot-hole ) . فإذا أردنا أن نعرف

طريقة تكوينها يسكني أن نختبرها فنجد بقاعها قطعاً كبيرة من الحصى . فإذا مر

ماء النهر فوق هذه الحفر حدثت فيه دوامات تحرك هذا الحصى في حركة دائرية

تنحرف في الصخر فتكون الحفرة وتعميقها وهكذا

حتى تبلغ عمقاً يجعل باطنها بأمن من حركة

الدوامات فيبقى الحصى ساكناً على قاعها فتتف

عملية تعمييقها ( انظر الشكل رقم ٥٨ ) .

وترى مثل هذه الحفر المستديرة المصقولة في

مجرى النهر عند شلالات أسوان كما في ( الصورة

شكل ٥٨ ) يوضح طريقة تكوين الحفر العميقة في بطون الوديان

الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثالثة عشرة ) .

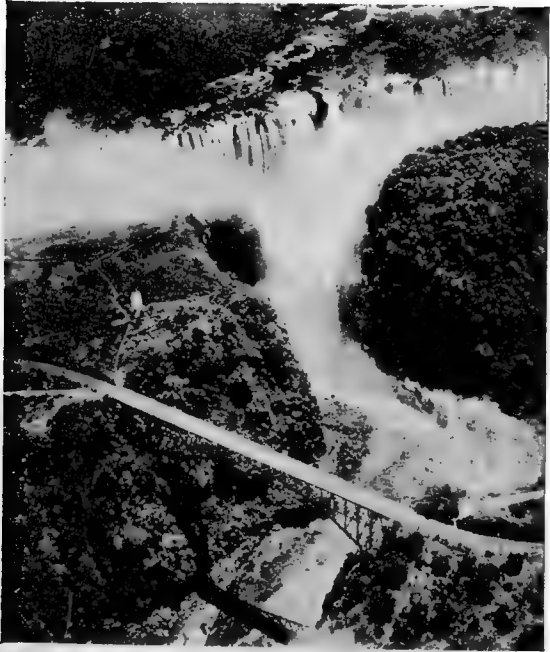
### المواد التي يحملها الأنهار

قدمنا أن النهر يقوم بدور عظيم في نقل السواد الصخرية من أعلى مجراه الى

مصبه وأن هذه المواد التي يحملها هي التي ترجع إليها بالتآلي قدرته على القيام بدوره

ككامل من عوامل التعرية .

( اللوحة ١٤ )



مساقط مياه فنكتوريا — بروديسيا (أفريقية) . مصورة من طائرة علقة فوقها .





والنهر ينقل هذه المواد على ثلاث حالات :

(أولاً) مذابة في الماء. وهذا طبيعاً يقتصر على المواد القابلة للذوبان كالأملح.

وقد قدر ما يحمله نهر المديسي كل عام الى البحر بنحو ١٣٦ مليون طن من الاملاح والذوب بنحو ٢٢ مليون طن والنيل بنحو ١٧ مليون طن. وأم هذه الاملاح كربونات الكسيوم والمجنيزيوم وكبريتات الكسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وملح الطعام والسيكون .

(ثانياً) معلقة بالماء . ومع أن جميع المواد الصخرية ذات ثقل نوعى أكبر من الماء فلا تبقى معلقة فيه لو كان ساكناً . الا أن حركة ماء النهر هي التي تجعله قادراً على حملها . ولو كانت سرعة التيار متساوية في جميع أجزاء النهر لكانت قدرته على حمل هذه المواد أقل بكثير من الواقع. ولكن المعروف أن سرعة التيار في وسط النهر أشد مما هي في جانبيه أو قرب قاعه كما أن هذه السرعة تتزايد مع زيادة انحدار الوادى . فهذا الاختلاف يؤدي الى وجود التيارات الداخلية المعروفة بالدوامات. ولهذه قدرة على رفع المواد من القاع والاحتفاظ بها في الماء مدة طويلة . وهي أشبه بما يحدث في إناء مملوء بالماء وعلى قاعه قليل من الرمل فانك اذا حركت الماء بمعلقة مثلاً حركة دائرية عنيفة فإن هذا الاضطراب في الماء يؤدي الى رفع الرمل وإبقائه معلقاً في الماء مدة طويلة حتى تخف سرعته وعند ذلك يسقط ثانية الى القاع. فمثل ذلك يحدث في الأنهار من جراء الدوامات . وكلما كان النهر سريعاً زادت قدرته على حمل المواد.

وقدر أن النهر الذى تبلغ سرعته نحو ٣٠٠ متر في الساعة لا يمكنه أن يحمل أكثر من الطين الرفيع. بينما النهر الذى تبلغ سرعته نحو ١٠٠٠ متر يمكنه أن يحمل رملاً متوسطاً. والذى سرعته نحو الى متر يحمل حصى رقيقاً. والذى سرعته ثلاثة آلاف متر في الساعة يمكنه أن يحمل من الحصى ما يبلغ حجم بيض الدجاج . وهذا ما يفسر أن الانهار أقوى كثيراً على حمل المواد وقت فيضانها منها في حالتها العادية :

(ثالثاً) بالانزلاق على باطن الوادى . فأغلب الجلاميد والحصى الكبير الى لا يقدر النهر على حملها يدفعها على باطن الوادى بقوة صدمة الماء عليها وتزلق من نقطة لأخرى بسرعة تختلف على حسب الظروف المحيطة بها . وقد تكون هذه

المواد الأخيرة هي أهم الآلات التي يستعملها النهر في نحر واديه اذ أن الاصطدام بقاع الوادى يؤدى الى تأكله كما أن انزلاقها عليه يؤدى الى صقله . وهى فى الوقت نفسه تتأثر بهذه الحركة كما تتأثر المواد الأخرى المعلقة فتحتك ببعضها البعض فتستدير وتنصل ومن ثم أن جميع الحصى الذى تكونه الانهار يكون مستديرآ تقريباً ومصقولاً.

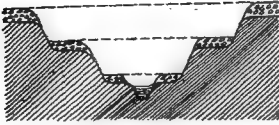
### الانهار وعملها الانشائى

#### الرواسب النهرية (Alluvial Deposits)

قدمنا أن النهر يحمل فى مجراه مقادير عظيمة من الحصى المستدير والرمال والغرين . هذه المواد التى يكتسحها من مجاريه العليا يعود فيلقى بها مرة أخرى فى اجزائه السفلى حيث الوادى أقل انحدارا والتيار أضعف من أن يحملها كلها أو بعضها. فمن هذه المواد تتكون الرواسب النهرية (Alluvium) . ويمكن فهم النظام الذى تلقى به هذه المواد اذا وضعنا مخلوطا منها مع الماء فى اناء كبير ثم حركنا المخلوط والماء بسرعة كبيرة بحيث يتحرك الجميع وتصبح المواد كلها معلقة بالماء . ثم يترك بعد ذلك المخلوط ليسكن فاذا بالحصى الغليظ يرسب على القاع يعلوه الرمل الخشن فالناعم وأخيرا وبعد مدة طويلة يرسب مابقى معلقا فى الماء من الطمي ويبقى الماء فوق ذلك راتقا .

فالانهار كما قدمنا تقل سرعتها كلما قربت من مصباتها فترسب منها المواد الأغلظ ثم الأرفع بنفس النظام الذى رأيناه فى الاناء . وهذا ما يفسر كيف أن الرمل الرفيع والغرين قد تبلغ المصببات أو ترسب على جانبي الوادى حيث سرعة التيار غير محسوسة بينما المواد الغليظة ترسب فى الأجزاء العليا من الوادى وفى وسط مجراه .

ويلاحظ أحيانا على جانبي الوديان مسطحات مدرجة هي بقايا بطون الوادى فى أزمنة سابقة وتسمى هذه أسرة الوادى (River Terraces) . وقد رسبت فى أزمنة . سابقة كان الوادى أقوى على حمل المواد الكبيرة منه الآن . والأسرة العليا هي الأقدم والسفلى هي الأحدث . ( انظر الشكل رقم ٥٩ ) .



(شكل ٥٩) قطاع بين الاسرة التي تركها النهر على جانبي واديه

وترى هذه الأسرة على جانبي وادى النيل وفي الوديان الكثيرة بالصحارى المصرية وقد تكونت في عصور كانت هذه المناطق أكثر إمطاراً مما هي الآن .

### مصبات الأنهار ( الدلتا والفوهات العادية )

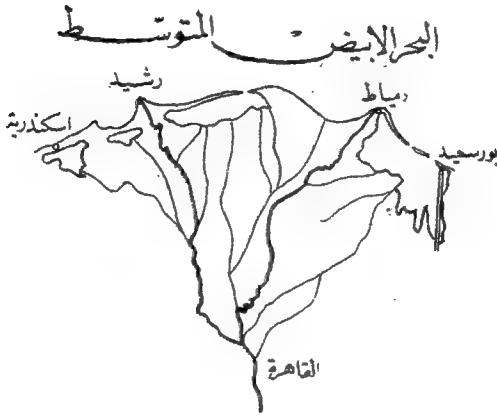
تصل مياه الأنهار الى البحر فتصطدم بتلك الكتلة المائية الهائلة فتتضاءل سرعة التيار وأخيراً تتف كلية . ينتج عن ذلك أن يلتقي النهر بما بقي معلقاً به من طمي ورمال . ومن المقرر أن مياه البحار المالحة لها قدرة خاصة على إرساب المواد الطينية المعلقة بالمياه العذبة . فتتراكم هذه المواد في حاجز طيني قبالة فم النهر وهذا الحاجز يتغير موقعه حسب قوة المد والجزر في البحر . وهو غير ذلك عائق في سبيل الملاحة في كثير من الأنهار .

وتختلف حالة مصب النهر باختلاف البحر الذي يصب فيه وما تصكته من تيارات : —

(١) ففي الحالة التي يصب النهر في بحر هادئ، خال من التيارات الشديدة تبقى المواد التي يلتقي بها النهر وتتراكم عند المصب فتتكون منها الدلتا (Deltas) . وقد سميت كذلك للتشابه الذي بينها وبين حرف دال باليونانية (Δ) . وقد يكون من جراء تراكم هذه المواد أن تتفرع مياه النهر الى فرعين أو أكثر تنحصر بينها أحواض قليلة العمق تمتلئ رويداً رويداً بما يرسب فيها من غرين النهر حتى تصبح بعد مدة طويلة أرضاً يابسة .

ولو تتبعنا تاريخ دلتا نهر النيل لوجدنا أنها قبل أن تصل الى حالتها المعروفة الآن قد مرت في أدوار كان النهر يتفرع في لعدة فروع تصل بعضها إلى الاسكندرية غرباً والبعض الآخر الى بيلوز شرقى بورسعيد . على أن هذه الفروع قد انسدت شيئاً فشيئاً

بما رسب فيها من الترين حتى انحسرت المياه في فرعى دمياط ورشيد المعروفين  
( انظر الشكل رقم ٦٠ ) .



(الشكل ٦٠) خريطة دلتا النيل. لبيان فروعها القديمة التي انحسرت في فرعى رشيد ودمياط .

ومن أمثلة الأنهار التي تنتهي بدالات الميسيني بالولايات المتحدة والرون بفرنسا والدانوب  
برومانيا والجانج بالهند وكلها أنهار تصب في بحار مغلقة قليلة التيارات. وتبلغ بعض هذه الدالات مساحات  
واسعة فدلتا النيل مساحتها نحو ١٠ آلاف ميل مربع ودلتا الميسيني ١٢ ألف ميل مربع ودلتا  
الجانج بالهند مساحتها نحو ٤٠ ألف ميل مربع .

( ٢ ) وفي حالة انتهاء النهر الى بحر كثير التيارات شديد المد والجزر فان  
المواد التي يلقي بها اليه سرعان ما تكتسحها التيارات والمد والجزر وهذه العوامل  
في الوقت نفسه تؤدي الى توسيع فم الوادي فيتكون من ذلك المصب العادي  
( Estuary ) . وفي هذه الحالة يتسع مصب النهر الى المدى الذي يبلغه المد في أقصى  
درجته . ومن أمثلة الوديان ذات المصببات العادية التاميز بأنكلترا واللوار والجارون  
بفرنسا والأمازون بجنوب أمريكا .

والخلاصة أن الأنهار من أقوى عوامل الطبيعة تأثيراً في سطح اليابسة فهي دائبة بلا انقطاع على اكتساح أجزاء من سطحها لتلقى بها في سطح اليابسة فهي

ويقدرون مجموع ماتحمله الأنهار من سطح اليابسة إلى فاع البحار في العالم بنحو ١٦ كيلو متراً مكعباً في كل عام. وهو ما يعادل طبقة من سطح القارات يبلغ سمكها نحو ١٥ سنتيمتراً. ويقدر أن ذلك أن الأنهار تحتاج لنحو خمسة ملايين سنة لازالة بروز جميع القارات لتصبح على منسوب البحر. هذا إذا لم يمتز عملها هذا من العوامل الأخرى ما يرفع سطوح القارات كما سنرى بعد .

### البحيرات (Lakes)

أحواض من الماء العذب أو المالح تجمعت في مناطق هابطة من سطوح القارات. ويغلب في البحيرات أن تكون متصلة بوادى نهر من الأنهار على أن بعضها محصورة من جميع جهاتها فلا يخرج لمياهها .

وتتعدد الأسباب التي تؤدي إلى تكوين البحيرات على أن أهمها : -  
( أولاً ) هبوط مناطق من الأرض من جراء ما يمتز القشرة الأرضية من تقلص يؤدي إلى تجعيد أو انغلاق كلساني السكلام عنه بعد. ثم تكون البحيرات فيما ينتج من أجزاء هابطة بتحول مجارى المياه من أنهار وسيول إليها. ومن أمثلة هذا النوع من البحيرات بحيرة سوبيريور في شمال أمريكا ( Lake Superior ) وبحيرة تانجانيقا ( Lake Tanganyka ) بأواسط أفريقية .  
( ثانياً ) اجتماع المياه في فوهات البراكين الخاملة التي قد مضى وقت طويل على سكونها . وهذه تمتلئ بما يهطل عليها من أمطار وما يصب فيها من سيول تنحدر إليها من حواف الجبال المحيطة بها . وهذا النوع من البحيرات يكون عادة مستديراً وعميقاً جداً ومنها بحيرة البانو بإيطاليا ( Lake Albano ) وبعض بحيرات زيلنده الجديدة. وعدد هذا النوع من البحيرات قليل .  
( ثالثاً ) انقصال جزء من البحر أما بتكوين حاجز من الرواسب الشاطئية بينهما كالبحيرات المعروفة في شمال الدلتا. أو هبوط جزء من البحر وقيام حاجز بينهما من تأثير التقلصات الأرضية كالبحر الميت ( Dead Sea ) وبحر القزوين ( Caspian Sea ) . وقد تبقى أمثال هذه البحيرات على ملوحتها الأصلية أو تزيد ملوحتها بازدياد البحر فيها أو تصبح عذبة بما يتسرب إليها من الأمطار والأنهار .

( رابعاً ) اعتراض مجرى واد واضطرار الماء الذي يجري فيه إلى أن يجتمع فيملأ الوادى إلى منسوب يسمح له باجتياز الحاجز الذي يترصه أى تكوين خزان طبيعي في مجرى نهر من الأنهار. وهذه الحواجز الطبيعية تكون إما رواسب التلاجات التي سيأتى الكلام عنها بعد أو رواسب رافد من روافد النهر يجعل إلى الوادى كميات كبيرة من الحصى والرمال فتجتمع عند نقطة اتصال النهرين فتعجز مياه النهر إلى أعلى وادها .  
وقد يكون هذا النوع من البحيرات أكثرها شيوعاً وأمثلة كثيرة في المناطق الجبلية كما في شمال إيطاليا .

والبحيرة صائرة دائماً الى الزوال. ففي المناطق الصحراوية الحارة تفقد البحيرات  
بالبحر مقداراً عظيماً من ملّحتها لا يعوضها عنه ما قد يتسرب اليها من مياه الأمطار  
القليلة . فتتضاءل البحيرات شيئاً فشيئاً تاركة وراءها رواسب من الأملاح تدل  
على سابقة وجودها . كما في صحراء جوبي بأواسط آسيا .

وفي المناطق الرطبة المطيرة حيث يغذى البحيرات ما يصب فيها من سيول  
وأَنْهار فكأنما هي أحواض ترشّيح تدخل اليها الأنهار مثقلة بما تحمله من حصى  
ورمال وطين فتتركها وراءها وتخرج من البحيرة ومياهها رائقة نقية . فكل نهر  
يدخل اليها يكون عند مصبه دالاً من الرمل والحصى كما أن قاع البحيرة يغطي  
بطبقة تلو الأخرى من المواد الطينية .

وأحسن الأمثلة على ذلك ما يحدث الآن في بحيرة جنيف حيث قد كوّن نهر الرون ونهر  
الدرانس دالات بلغت مساحات لا يستهان بها وقد كانت فيما مضى أجزاء من البحيرة نفسها .  
فهذه المواد تتلىء البحيرات شيئاً فشيئاً فتتحول تدريجاً الى مستنقعات ثم سهول تخترقها الأنهار  
في وديان محصورة .

مما تقدم نرى ان رواسب البحيرات نوعان : —

### ( اولاً ) رواسب البحيرات المالحة بالصحارى

وهي عادة من الجبس وملح الطعام وأحياناً أيضاً كلورور الجينيزيوم أو  
كربونات الصوديوم . مثل بحيرات وادى النطرون .

### ( ثانياً ) رواسب البحيرات العذبة

وهي رمال وحصى قرب شواطئها ومواد طينية دقيقة في أوساطها . وفي هذه  
الطبقات الأخيرة توجد عادة محارات قواقع المياه العذبة وبقايا نباتات وحيوانات مما  
جرفته السيول الى البحيرة .

### البحار والمحيطات ( Seas & Oceans )

تكوّن البحار والمحيطات الجزء الأكبر من الغلاف المائى وتغطى نحو ٧٢ في  
المائة من مجموع سطح الكرة الأرضية . وللبحار والمحيطات أثر مزدوج في القشرة

اليابسة . فبينما هي دائبة أبداً على تهشيم ما يحيط بها من شواطئ اذ هي أحواض  
يرسب على قيعانها ما تكتسجه اليها من الأرض العوامل الأخرى . عدا هذا فلها  
أثر آخر في تنشيط بعض العوامل الجوية كالرياح والأمطار .

ويرجع التأثير الذى للبحار والمحيطات فى شواطئها الى الحركة الدائمة لمياهها .  
وهذه الحركة على أنواع ثلاثة :—

(١) الأمواج (Waves) — وهى حركة رأسية تلتاب مياه البحار من جراء

هبوب الرياح فى اتجاه معين . والأمواج تكون أكبر حجماً فى المحيطات والبحار  
المتفتحة أى ذات الاتصال المباشر بالمحيطات مما هي فى البحار المغلفة . ويختلف حجمها  
فى البحر الواحد باختلاف قوة الرياح التى تسببها فى البحر الأبيض المتوسط (وهو  
من البحار المغلفة) يبلغ متوسط طول الموجة الواحدة أى من ذروتها الى ذروة الموجة  
التي تليها نحو ٥٠ متراً وارتفاعها أى من ذروتها الى أسفلها نحو ٣ الى ٦ أمتار .

أما فى المحيط فتوسط طول الموجة ١٦٠ متراً وارتفاعها ٨ الى ٩ أمتار . وفى  
المحيط الهندي متوسط طول الموجة ٢٢٠ متراً وارتفاعها ١١ متراً تقريباً . على أن أثناء  
العواصف قد تبلغ الأمواج ارتفاعاً عظيماً لا يتناسب مع طولها فقد يبلغ ارتفاعها من  
٢٠ الى ٢٥ متراً تقريباً .

وإذا قاربت الأمواج الشواطئ صارت فى عمق من الماء لا يسمح ببلوغها ارتفاعها  
الطبيعى فتتكسر وترطم على الشواطئ بقوة شديدة قدرت بما يتراوح بين ٣٠٠٠  
الى ٣٠٠٠٠ كيلوجرام على كل متر مربع .

ومهما كانت صلابة الصخور التى تتكون منها الجروف المحيطة ببعض الشواطئ  
فليس فى قدرتها مقاومة هذه القوة العظيمة تصطدم بها المرة تلو الأخرى فلا بد أنها  
تهشم وتتفتت . ويساعد الأمواج على ذلك ما تلتقطه من الحصى والرمال المكومة  
على الشواطئ فتزحفها وتذف بها على الصخور فتعمل على تقطيعها .

والصخور المكونة للشواطىء هى غالبا متفاوتة فى صلابتها فتقاومها لقوة الامواج هى ايضا متفاوتة. ومن ثم نرى أغلب الشواطىء الصخرية متعرجة غير مستقيمة تبرز منها الصخور الصلبة وتراجع بينها الصخور الرخوة (انظر الصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة الخامسة عشرة) .

وقد تقابل الامواج فى الصخور فجوات أو شقوقا أو خطوط ضعف فتعمل فيها بفشاط أزيد مما تعمله فى باقى الصخر فتتكون من ذلك الكهوف والأنفاق الشاطئية. ويقتصر فعل الأمواج على الجزء من الشاطئ الذى يقع تحت تأثيرها وهذا يتراوح بين أعلى منسوب تصله مياه البحر فى أعلى مداه وأكبر عمق تصل اليه حركة مياه الأمواج. ويقدرّون ذلك بنحو ٣٠ مترا تقريبا .

أما فى الشواطىء الواطئة المسطحة فلا تجد بها الأمواج ما ترتطم به فتنفق قوتها فى الهواء فلا يظهر لفعليها أثر مذكور .

أما قطع الصخور التى تصكسرها الأمواج من الشواطىء فهذه بارتطامها بالشواطىء وباحتكاكها بعضها ببعض فى حركة الأمواج الدائمة تتكسر باستمرار الى أصغر فأصغر الى أن تنتهى لرمال رفيعة تتناولها التيارات البحرية فتوزعها على قاع البحر بعيدا عن الشاطئ . وهى فى جميع درجاتها هذه تستدير حروفها وتنصل سطوحها .

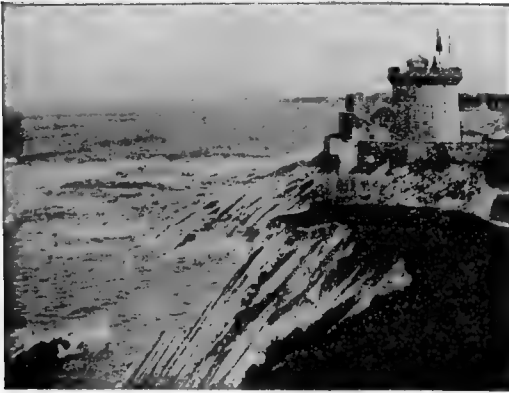
## (٢) المد والجزر (Tides)

جميع المحيطات والبحار المفتوحة تتناوبها حركة منتظمة بمقتضاها يرتفع منسوبها ثم ينخفض مرة فى كل ١٢ ساعة و٢٦ دقيقة .

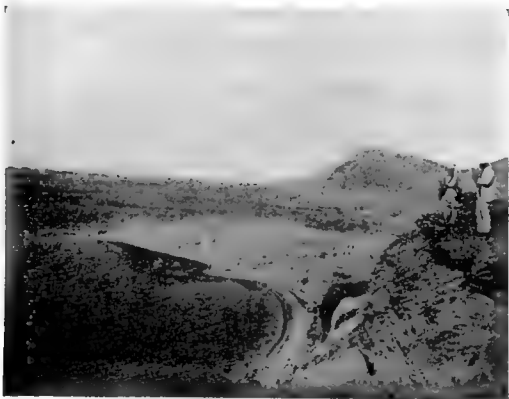
ويختلف مقدار الارتفاع (المد) والانخفاض (الجزر) من مكان لآخر . فهو فى عرض المحيط قد لا يعدو نصف متر وعلى شواطىء الجزائر الواقعة فى أواسط المحيطات لا يزيد على مترين بينما فى بعض الخلجان قد يبلغ الفرق بين المنسوبين خمسة عشر مترا . وهى حركة محسوسة فى بعض الأنهار ذات المصببات المفتوحة .



(اللوحة ١٥)



(١) تأثير الأمواج على صخور الشواطئ — جنوب فرنسا .



(ب) تضاريس شواطئ شبه جزيرة سيناء الناتجة من فعل الأمواج .



ففي نهر الجارون مثلاً يؤثر المد والجزر في ماء النهر لمسافة ١٦٠ كيلومترا من مصبه  
وفي نهر الأمازون لمسافة ٢٣٠ كيلومترا .

والسبب في هذا التغيير في منسوب البحار يرجع لما بين الأرض والقمر من  
جاذبية . ويبلغ أعلى منسوب المد في جميع النقط الواقعة في خط الطول المواجه للقمر  
مباشرة في أى لحظة معينة ويكون أدنى منسوب الجزر في خط عمودى على ذلك .  
ويكون الفرق بين منسوبى المد والجزر أكبر عند ابتداء كل شهر قمرى وفي منتصفه  
أى عند تمام القمر . وأقل من ذلك فيما بين الاثنين . ويكون الفرق بين المنسوبين على  
أشدّه في وقت الاستواء (Equinoxes) . وقد ترى هذه المناسيب جميعها واضحة بما  
تحدثه في الشواطىء من عتبات .

أما ما يحدثه المد والجزر في الشواطىء فلا يختلف عما تحدثه الأمواج العادية  
الا في أنها تساعد على اكتساح ما يتشم من صخور الشواطىء وتحملها الى داخل  
البحار . وهى عدا ذلك تكون عتبات في الشواطىء تمثل كل منها المنسوب الذى  
تقف عنده المياه هنيئة عند بلوغ أعلى المد أو أوطأ الجزر .

### (٣) التيارات البحرية (Marine Currents)

وهى حركة تتتاب المحيطات والبحار وتمتصها وتنقل المياه نفسها من مكان  
لآخر على مسافات بعيدة . وهى تشبه حركة المياه في الأنهار ولكنها تقتصر على المياه  
السطحية فلا تمتد الى عمق كبير .

ولقد أظهر البحث أن جميع المحيطات والبحار الفتوحة تجتريها سلسلة من  
التيارات تبعاً لنظام خاص . والخريطة شكل ٦١ تبين الطرق التى تتبعها التيارات  
العظمى ومنها ترى أنها تبتدىء دائماً عند خط الاستواء فتتجه غربا حتى تصطدم  
بشواطىء قارة من القارات وعندها تنشط شطرين يتجه كل منهما نحو قطب من



(شكل ٦١) خريطة تبين التيارات المحيطية

القطبين ثم يعود كل منهما فيقطع المحيط الذي يسلكه الى الشاطئ الشرقى ومن ثم يعود ليتم الدائرة التي بدأها عند خط الاستواء • وتتفرع من هذه التيارات أخرى تتدخل في بعض البحار •

ويرجع السبب في حدوث هذه التيارات الى تأثير الرياح السائدة (prevailing winds)

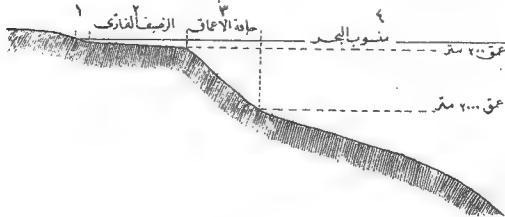
فلو قارنا خريطة التيارات بخريطة أخرى مبين عليها اتجاه الرياح السائدة لرأينا توافقا تاما بين الاثنين .

أما تأثير التيارات فهو تعديل الجو في المناطق التي تمر بها فان مياه هذه التيارات التي تبتدىء عند خط الاستواء حيث الحرارة على أشدها تلطف كثيرا من برودة بعض المناطق التي تمر بها .

وخير مثال على ذلك الاثر الذي للتيار المعروف باسم تيار الخليج (Gulf-stream) الذي يخترق المحيط الأطلسي من شواطئ المكسيك الى الشمال الشرقي فيطوف بشواطئ أوروبا الغربية حتى المناطق القطبية . ولما كانت مياه هذا التيار قد ابتدأت في أول الأمر عند خط الاستواء فهي لذلك مرتفعة الحرارة نسبيا ومن أثرها تلطيف برودة الشتاء في المناطق الشمالية التي تمر بها، وهذا ما يجعل موانئ غرب أوروبا حارة من الصيف والثلج طول الشتاء بينما الموانئ المقابلة لها في شمال أمريكا على العكس من ذلك مغلقة بالثلوج طول شهور الشتاء .

الآن وقد بحثنا ما تقوم به البحار والمحيطات كعامل من عوامل الهدم في الجزء البارز من اليابسة ننقل لبحث الدور الذي تقوم به كعامل انشائي في القشرة الأرضية . ذلك لأن البحار والمحيطات كما قدمنا هي أحواض كبرى تتراكم على قيعانها المواد التي تهشمها هي من الشواطئ علاوة على ما تكتسحه إليها الأنهار والرياح والعوامل الأخرى المؤثرة في القشرة الأرضية . ففي البحار والمحيطات تتكون الرواسب التي تستحيل فيما بعد صخورا تزيد في سمك القشرة الأرضية اليابسة .

والبحار والمحيطات من هذه الناحية تنقسم الى مناطق يختص كل منها بنوع خاص من الرواسب كما هو موضح بالشكل رقم ٦٢ :-



(شكل ٦٢) قطاع بين المناطق المختلفة لقيعان البحار والمحيطات  
 (١) المنطقة الشاطئية (٢) منطقة المياه غير العميقة (٣) منطقة حافة الأعماق (٤) منطقة أعماق المحيطات

### المنطقة الاولى — المنطقة الشاطئية (Littoral)

وهى المنطقة التى تحت تأثير الأمواج والمد والجزر وفيها تتشم الصخور وتتراكم الجلاميد والحصى والرمال الخشنة . وهى منطقة لا تسمح بتكاثر أى نوع من أنواع الحياة فيها فلا توجد عادة بين صخورها من بقايا الحيوانات الا ما تقذفه الأمواج مما هو تابع أصلا الى المنطقة التالية لها .

أما رمال هذه المنطقة فقد ينحسر عنها الماء أحيانا فتجف وتتناولها الرياح فتذروها فى كتيبان شاطئية .

ومن الظواهر التى ترى أحيانا على مقربة من الشواطىء الحواجز ( Barriers ) . وهى أكوام من الرمل تمتد فى خطوط ضيقة تحت الماء فى محاذاة الشاطيء وعلى مقربة منه وهذه تتكون بفعل الأمواج عند ارتدادها من الشاطيء . تنمو هذه الحواجز فتظهر على سطح الماء فتفصل جزءا من البحر يسمونه بحيرة شاطئية ( Lagoon ) وقد تفصل هذه البحيرات عن البحر انفصالا تاما فتحتل به تيارات من رمال ورواسب تأتى بهامياه الأنهار فتتحول بعد مدة الى أرض زراعية . وقد استفاد الهولنديون من هذه الظواهر فأحكموا الحواجز وحفظوا ما اقتطعت من البحر نصارت مراعى وأراضى زراعية تدر على أهلها خيرا عظيما .

### المنطقة الثانية — منطقة المياه غير العميقة (Neritic)

وهى تمتد من الشاطيء الى مياه عمقها ١٠٠ قامة أى نحو ٣٠٠ متر تقريبا ويلقبونها عادة برصيف القارات (Continental Shelf) «انظر الشكل رقم ٦٢» . وهى منطقة مضطربة بالمياه من تأثير المد والجزر والأمواج والتيارات . فيهاها فى حركة دائمة تتأثر بحرارة الجو وبرودته . وتنفذ أشعة الشمس الى قاعها فتسمح بنمو نباتات بحرية مختلفة . وهذه تجتذب اليها أنواعا مختلفة من الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى فاذا ماتت سقطت محاراتها وهياكلها العظمية واندفنت فيما يتكون على القاع من الرواسب واستحالَت فيما بعد الى حفريات لها أهمية عظيمة فى علم الجيولوجيا كما سنبين بعد .

أما الرواسب التي تتكون في هذه المنطقة فهي رملية قرب الشاطئ ثم طينية على بعد منه . وهي ما تأتي بها الأنهار من القارات فتندفع مع التيار ثم ترسب لعدم قوة التيار على حملها . وحيث لا تصب أنهار في البحر فقد تكون مياهه نقية ملائمة لنمو حيوانات بحارية تترأكم محاراتها بعد موتها فتكون رواسب جيرية تستحيل فيما بعد الى الصخور الجيرية المعروفة .

#### المنطقة الثالثة — وهي منطقة المنحدر الفاصل بين أعماق المحيطات ورصيف

القارزات ما بين ١٠٠ قامة و ١٠٠٠ قامة من العمق ( أى ما بين ٢٠٠ متر و ٢٠٠٠ متر تقريبا ) وفي هذه المنطقة يقتصر تأثير الأمواج على سطح الماء فيها . فقاعها هادى ساكن وحرارتها ثابتة لا تتغير بتغير الفصول . ولا ينفذ ضوء الشمس الى قاعها فلا تنبت على قاعها نباتات . وتقتصر أنواع الحياة التي تعيش فيها على أسماك آكلة اللحوم . أما الرواسب المترأكة على قاعها فهي طينية دقيقة الحبيبات وهي أدق ما تحمله الأنهار الى البحار .

#### المنطقة الرابعة — منطقة أعماق المحيطات السحيقة وهي أكبر المناطق جميعا .

مياهها فيما على السطح تكاد تكون ثابتة . وحرارتها تقرب من الصفر . أما رواسبها فتكاد تكون خالية مما تكتسحه الأنهار من القارات اذ أن هذه المواد قد رسبت على المناطق الأخرى . وهي رواسب من غرين دقيق يسمىونه ( ooze ) أحمر اللون مكون من محارات دقيقة لحيوانات ميكروسكوبية تعيش بكثرة عظيمة في المياه السطحية لأواسط المحيطات . وقد يختلط بهذه الرواسب رمال بركاني مما يسقط على وجه المحيط من الرياح التي تحمله من أفواه البراكين . كما أنها قد تحتوى بعض عظام لحيوانات بحرية كبيرة مما تجوب البحار والمحيطات .

#### الجزائر (Islands)

وقبل أن نترك الكلام على البحار لا بد أن نشير الى الجزائر وهي على نوعين :

(١) الجزائر القريبة من الشواطئ وهذه في الواقع مرتكزة على الرصيف للقارصى اى المنطقة الثانية من قاع البحار . فهي أجزاء من القارات انفصلت عنها بعامل من العوامل الجيولوجية أدى الى أن يغمر البحر جزءا من حافة القارات فقطعته المياه لمنسوب معين وبقيت الاجزاء العليا منه على شكل جزائر .

(٢) الجزائر التى فى وسط المحيطات . وأغلبها عبارة عن قمم جبال بركانية قاعدتها فى قاع المحيط . وقد لا تبرؤة الجبل البركانى على سطح الماء ولكن تنمو عليها الشعاب المرجانية وهذه تنتهى بتكوين جزائر تطفو فوق سطح الماء كما فى كثير من الجزائر بالمحيط الهادى .

### الصفيع والجليد والتلج ( Frost, Snow & Ice )

نعلم أن الماء اذا انخفضت حرارته الى الصفر بمقياس سنتجراد يستحيل ثلجا . والتلج من العوامل المؤثرة فى سطح الأرض اليابسة وهو معروف فى الطبيعة على أربع حالات :-

### الصفيع ( Frost )

قدما أن الصخور السطحية فى المناطق الرطبة المعتدلة المناخ تمتلئ دائما خلاياها وشقوقها بما يسقط على سطحها من مياه الأمطار . فاذا انخفضت درجة حرارة الجو الى ما دون الصفر بمقياس سنتجراد فإن هذا الماء يستحيل ثلجا . وقد نعلم أن الماء اذا إستحال ثلجا زاد حجمه وفى هذه الحالة يعمل على تقطيع الصخور التى تحتويه . .

ولكى نربط الى الذهن مدى القوة التى لتمسده الثلج عند تكوينه نذكر أنه اذا فرغت قنبلة وملئت ماء ثم أحكم قفلها وبردت الى ما دون الصفر فإن الماء الذى بها يبقى سائلا حتى بعد تبريده عدة درجات دون الصفر ثم يستحيل ثلجا يضغط على حائط القنبلة فتتشقق ويبرز الثلج من الشقوق . وان كان لا يحدث فى الطبيعة أن ينحسب الماء فى صخر كما ينحسب فى قنبلة أحكم سدها فإنه على كل حال يضغط على الصخر فى الشقوق والسام فيشهما .

فاذا ارتفعت الحرارة وعاد الثلج الى حالته الأصلية سالت المياه فتركت وراءها سطحا مغشى بالهشيم من الصخر . وهذه الظاهرة فى البلاد الباردة والمعتدلة تقابل



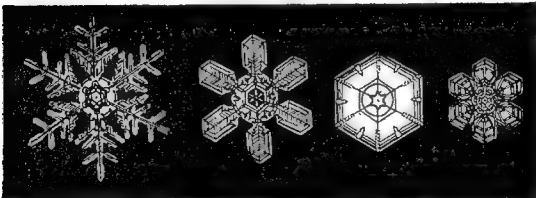
في البلاد الحارة الجافة ظاهرة اختلاف درجات الحرارة . وتأثيرهما ولحد في أنهما يتركان سطح الأرض وقد غطته مواد مفككة عرضة لأن تكتسبها عوامل التعرية الأخرى .

#### البرد ( Hailstones )

حبات مستديرة من الثلج تسقط أحياناً بعد عواصف شديدة خصوصاً في فصل الصيف . وقد تبلغ الحبيبات حجماً كبيراً فقد شوهدت في القاهرة بحجم الخوص . وفي بعض البلاد الأخرى قد أمطرت السماء برداً يبلغ حجمه بيضة الحمام . وقد يحدث سقوطه أضراراً كبيرة . على أنه لندورة سقوطه لا يعتد به كعامل من عوامل التعرية الهامة الا من حيث تحوله بعد ذلك الى ماء يقوم بالدور الذي تقوم به مياه الأمطار . ولم يتوصل العلماء بعد الى تفسير الطريقة التي يتكون بها البرد في الطبيعة .

#### الثلج ( Snow )

إذا زادت درجة رطوبة الجو على ما يمكنه الاحتفاظ به فان بخار الماء يتنقثر فيهبط الى سطح الأرض كمطر أو ثلج أو برد . فيكون نزوله على حالة ثلج اذا قصت درجة حرارة الجو عن الصفر بمقياس سنتيجراد . والثلج في هذه الحالة يكون في قشور رقيقة خفيفة تشبه قطعاً من القطن ناصعة البياض . وكلها متبلورة وتختلف أشكال بلوراتها الا أنها جميعاً سداسية النظام ( انظر الشكل رقم ٦٣ ) .



( شكل ٦٣ ) مجموعة من بلورات الثلج

فأمطار الشتاء في المناطق القطبية الباردة وأحياناً أيضاً في المناطق المعتدلة وكذلك في المناطق الجبلية العادية هي غالباً من الثلج .

فإذا نزل الثلج فقد يتراكم في طبقات سميكة فيبقى على السطح أو يذوب على حسب درجة حرارة الجو . وقد يبق أياً ما أوسايع أو طول شهور الشتاء ثم يذوب . على أن هناك مناطق لا ينقطع عنها الثلج صيفا ولا شتاء كالنطاق القطبية وقم الجبال العليا ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة السادسة عشرة ) .

ومجد هذه المناطق منسوب معين يسمونه خط الثلج ( Snow-line ) . وهذا المنسوب ينطبق مع منسوب البحر في المناطق القطبية . أى أن سطح الأرض فيها دائماً تقطبه الثلوج . ثم يرتفع هذا المنسوب عن سطح البحر كلما بعدنا عن القطبين وبلغ أقصى ارتفاعه عند خط الاستواء . ففي أوروبا مثلاً يبلغ منسوب خط الثلج نحو ٣٠٠٠ متر أى أن قمم الجبال التي تزيد على ٣٠٠٠ متر كما في الألب والبرانس هي مغطاة بالثلج الدائم وما دون ذلك فقد تقطبه ثلوج الشتاء ولكنها تنفث عنه بمجرد ارتفاع درجة الحرارة في الربيع والصيف .

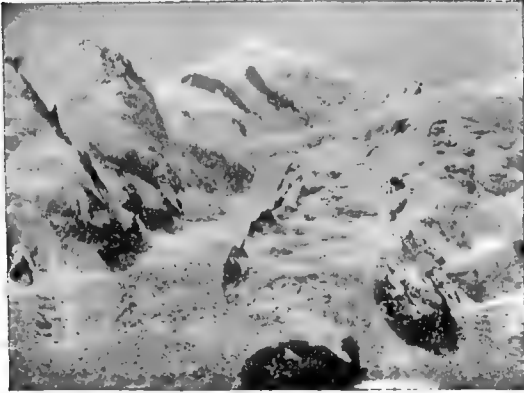
وعند المدارين يبلغ هذا المنسوب نحو ٥٠٠٠ متر كما في جبال الهملايا فان الاجزاء التي يزيد ارتفاعها على ٥٠٠٠ متر هي التي تقطبها الثلوج الدائمة . وعند خط الاستواء قليل من القسم المرتفعة تقطبها هذه الثلوج كقمم جبال كينيا وكينياجارو وأواسط أفريقية . وفي الصحارى المصرية لا يبلغ أعلى جبالها خط الثلج ولذلك فان بعض قممها قد تقطبه الثلوج شتاء ولكنها سرعان ما تنفث عنه بمجرد ارتفاع الحرارة في فصل الربيع ومن ذلك جبل كاترينا بشبه جزيرة سيناء .

وقد يكون الثلج على هذه الصورة حامياً لما تحته من الصخور من تأثير عوامل التعرية الأخرى كاللحاء الجارى أو الرياح على أنه أحياناً يتراكم على الصخور بكميات عظيمة تتهار تحت ثقلها جوانب الجبال فتتهدر منها جلايد كبيرة من الصخر ( avalanches ) . وهي من الأخطار التي تهدد دائماً ساكنى المناطق الجبلية . فكم من قرى سويسرية خربتها هذه الانهيارات الناتجة من تراكم ثلوج الشتاء .

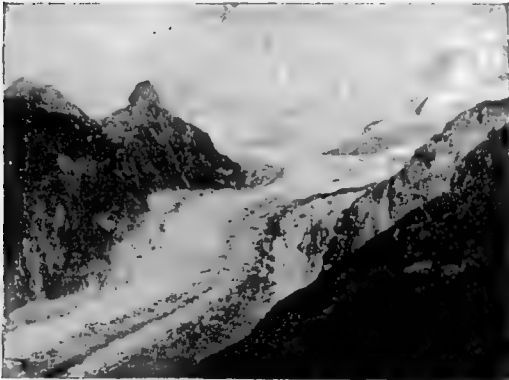
### الانزبات أو أنهار الثلج ( Glaciers )

يتراكم الثلج فوق الجبال أحياناً بكميات كبيرة فيبلغ سمكاً عظيماً وتقع للطبقات السفلى منه تحت ضغط ناتج من ثقل ما يعلوها من الثلج فتندمج جزئياتها

(اللوحة ١٦)



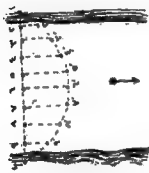
(١) منظر بوضع تراكم الثلج على أعالي جبال الالب .



(ب) منظر لاحدى التلاجات المنحدرة من جبال الالب . وترى سطحها تقطعه شقوق عرضية  
وعليه خطوط من الرواسب الصخرية .



للمفككة وتستحيل الى طبقة متماسكة من الثلج يشبه في جميع خواصه الثلج الصناعي المعروف . وهذا يترلق بحكم الجاذبية الأرضية الى ما يكتنف الجبال من خيران ومن هذه الى الوديان فيندمج بغيره وتتكون منه أنهار الثلج أو التلاجات ( أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة السادسة عشرة ) .



وقد تظهر التلاجات لأول وهلة ثابتة لا تتحرك على أن المشاهدة النقية تظهر أن للثلج حركة تشبه حركة مياه الأنهار فلا تختلف عنها الا في بطئها المتناهي .

ومن أبسط التجارب للدلالة على وجود هذه الحركة أن تدق أوتاد من الخشب في خط مستقيم يقطع التلاجة من جانب لآخر مع وضع وتد في الأرض اليابسة على كل من الجانبين في امتداد الخط المذكور (انظر الشكل رقم ٦٤) .

( شكل ٦٤ ) - يوضح تجربة الاستدلال على حركة التلاجات .

فاذا شوهد هذا الخط بعد مضي يوم مثلاً يرى أنه قد تحول الى منحنى ذلك لان الاوتاد التي في الثلج قد غيرت جميعاً مراكزها اذ تهدمت في اتجاه انحدار الوادي . على أن هذا التقدم أكثر في الاوتاد الوسطى منه في الاوتاد القريبة من الجانبين بينما الاوتاد التي في الأرض اليابسة لم تقرب مركزها طبعاً ، فاذا شاهدنا الاوتاد بعد عدة أيام وجدنا أن تقدمها قد استمر وأن الاوتاد الوسطى قد بلغت مسافة أكبر مما بلغت الاوتاد الجانبية وهم جرا . ومن ذلك يستنتج : -

( أولاً ) أن الثلج في التلاجات ينحدر في الوادي بحركة مستمرة بطيئة .  
( ثانياً ) أن الجزء الاوسط من التلاجة يسير بسرعة أكثر من الجانبين وذلك طبعاً لاحتكاك الثلج بالصخور المكونة للشاطئين .

وهذا ينطبق مع ما يحدث في الانهار اذ سرعة التيار أكبر في وسط النهر منها على جانبيه .  
وتختلف سرعة التلاجات باختلاف حجمها وانحدار وديانها وباختلاف فصول السنة . فاذا كانت وديانها كبيرة الانحدار كانت سرعتها أكبر كما أن السرعة تزيد مع ارتفاع حرارة الجو اذ أن ذوبان الثلج على الجانبين يسهل الحركة بتقليل الاحتكاك .

وقد قدرت سرعة بعض التلاجات فوجدت أنها تتراوح من ٢ الى ٥ سنتيمترات في الأربع والعشرين ساعة بينما في بعضها تبلغ هذه السرعة نحو ١٢٥ متر في الأربع والعشرين ساعة .

وترى سطوح التلاجات تقطعها شقوق عديدة قد يبلغ عمقها عدة أمتار فهي من الاخطار التي يتعرض لها من يريد أن يقطع التلاجة من ناحية لأخرى خصوصاً

في فصل الشتاء حيث تغطي سطح الثلجة أكوام من الثلج السائب تخفى تحتها مواضع الشقوق .



وقد تكون هذه الشقوق طولية  
أى في اتجاه سير الثلجة وقد تكون عرضية

( انظر الشكلين رقمى ٦٥ و ٦٦ ) . ( شكل ٦٥ ) قطاع يوضح الشقوق الطولية في الثلجة

وترجع هذه الشقوق لعدم انتظام الوادى الذى ينحدر فيه الثلج . فالشقوق الطولية ترجع لضيق الوادى ثم اتساعه مما يؤدي الى ضغط الثلج عند المضايق ثم تفكك بعضه من بعض ليملاً فراغ الوادى عند اتساعه .



وأما الشقوق العرضية فتترجع  
لوجود عقبات كالمساقط مثلاً في  
باطن الوادى مما يؤدي الى تشقق  
الطبقات العليا من الثلج ( انظر  
الشكل رقم ٦٦ ) .

( شكل ٦٦ ) قطاع يوضح الشقوق العرضية بالثلجة

أما العمل الذى تقوم به الثلجات كعامل من العوامل المؤثرة في سطح الارض اليابسة فينقسم قسمين :

( أولاً ) حمل المواد الصخرية من أعالي الجبال الى أسفل الوديان .

( ثانياً ) نحت الوديان التى تجرى فيها .

( ١ ) قدمنّا أن الصقيع يسبب تهشم الصخور في المناطق الباردة وذكرنا شيئاً عن الانهيارات التى تنتج عن تراكم الثلوج على الجبال . هذه المواد الصخرية الناتجة من هذه العوامل جميعها تهبط الى سطح الثلجات فتكوّن على سطحها خطين موازيين لجانبي الثلجة . ويسمى كل خط منهما ( lateral moraine ) ( أنظر الشكل رقم ٩٥ ) .



فاذا تقابلت ثلجتان فالتحمتا في مجرى واحد كما تلتقي روافد الأنهار فان بعض هذه الخطوط الجانبية تلتحم بدورها فتكون خطوطا في وسط الثلجة تسمى (medium moraines) (انظر الشكل رقم ٦٧) .

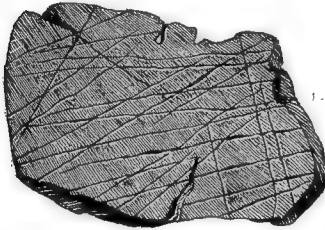
فاذا تعددت الروافد تعددت هذه الخطوط حتى لترى سطح الثلجة تقطعه خطوط طويلة من هذه المواد الصخرية التي هبطت على سطحها من الجبال المحيطة بواديها فتنتقل معها من أعلى الجبال الى أسفل الوديان .

وقد تنزلق هذه القطع الصخرية الى شقوق الثلجة فتستمر في سيرها باطن الثلجة وقد تبلغ في انزلاقها الى قاع الثلجة فتكسحها في سيرها على قاع الوادى . وبهذه الطرق جميعاً تنقل الثلجات مقادير عظيمة من المواد الصخرية حتى اذا بلغت في سيرها منسوباً لا تسمح حرارة الجو فيه باستمرارها كثلجة يذوب الثلج وتستحيل الثلجة الى نهر من الماء الجارى وعند ذاك تلقى الثلجة بما كانت تحمله من مواد صخرية في أكوام عديمة النظام تسمى (terminal moraines) .

وتختلف رواسب الثلجات عن رواسب الأنهار في أنها أكوام غير منتظمة قد تختلط فيها الجلاميد الكبرى بالحصى والرمال والغرين الدقيق . فهي ليست كالرواسب النهرية مرتبة على حسب قوة النهر على العمل . ذلك لأن الثلجة تحمل على سطحها وفي باطنها كل ما يهبط اليها من مواد مهما بلغت حجماً ووزناً . فاذا ألقت بها قائماً في أكوام مختلطة غير منتظمة .

(٢) أما قوة الثلجات على نحت الوديان التي تنحدر فيها فهي على كل حال أقل كثيراً من قوة الأنهار على ذلك . وهي ترجع الى ما يتخلل الشقوق من قطع الصخر فينحدر الى قاع الثلجة فتكسحها في قاعها . فاذا احتكت هذه المواد

بالصخور المكونة للوادي فانها تبريها وتصلقها وقد تترك القطع الصخرية الصلبة خدوشا في صخور باطن الوادي موازية لاتجاهه . وهى من الظواهر التى يستدل منها على سابقة وجود الثلجات فى الوديان التى انقشعت عنها الآن لسبب من الأسباب . كذلك قطع الصخور التى تكتسحها الثلجات فى أسفلها تحتك بالصخور المكونة لقاع الوادي فتؤثر فيها هذه وتبريها فى اتجاه واحد فلا تستدير



كما تستدير الحصىات التى تنقلها الأنهار ولكنها قد تحدش فى خدوش طولية تسمى (Striated-stones) وهى من أهم صفات رواسب الثلجات ( أنظر الشكل

رقم ٦٨ ) . ( شكل ٦٨ ) قطعة من حجر مخدوش من رواسب الثلجات

فما تقدم نرى أن للمناطق التى كان للثلج والثلجات أثر كبير فى تعريفها صفات ثلاثة :

( أولا ) انتقال كتل كبيرة من الصخر من مكان لآخر قد يبعد عنه مسافات بعيدة وهى مايسمونها ( erratic blocks ) . وهو ما لا يتيسر للأنهار أو العوامل الأخرى القيام به .

( ثانيا ) أن تكون بطون الوديان فيها مصقولة ومخدوشة فى خدوش طولية . ( ثالثا ) وجود أكوام من الصخور المختلطة غير منتظمة ومن بين حصىاتها قطع مخدوشة خدوشا طولية متوازية .

وقد تتوافر هذه العلامات الثلاثة فى مناطق هى الآن بعيدة عن أن يكون للثلج والثلجات أثر فى تعريفها فيستنبط من ذلك أن الثلوج كانت فى عصر جيولوجى



سابق أهم العوامل المؤثرة فيها . وقد استدل من ذلك على أن جزءاً كبيراً من القارة الأوروبية كانت تغطيه الثلوج في عصر متأخر من العصور الجيولوجية يسمونه بعصر الجليد ( Ice-Age ) .

هذا وقد قدمنا أن الثلج في المناطق القطبية يغطي الأرض جبالها ووديانها حتى شواطئ البحار . فهناك تنزلق التلجات إلى البحار فتتفصل منها الكتلة لتلوا أخرى وهذه تسبح في البحر وهي ما يسمونها كتل الثلج الهائمة



(Icebergs) (شكل ٦٩) . يوضح تكوين كتل الثلج الهائمة بالمناطق القطبية

وقد تبلغ هذه حجوماً كبيرة فتغمرها مياه المحيط فلا يبرز منها على السطح إلا بمقدار سبعها أو ثمنها . وعلى هذه الحالة تندفع مع التيارات البحرية فتصبح خطراً على الملاحة في الأجزاء العمالية من المحيط الأطلسي والمحادي خصوصاً في فصل الربيع . وقد نذكر غرق الباخرة تيتانيك وهي تعتبر ذلك المحيط من جراء اصطدامها بأحدى هذه الكتل الثلجية العظمى .

أما من حيث تأثيرها في سطح الأرض فقد تحمل هذه الكتل معها قطعاً من الصخر تلتقطها من سطوح القارات فإذا ذابت في مياه البحر ألقت بها فرسبت على قاع المحيط .

### الطائفات الهية وأثرها في سطح الأرض .

للنباتات والحيوانات التي تعيش على وجه الأرض وفي البحار والمحيطات أثر واضح في سطح اليابسة . ويختلف هذا الأثر باختلاف أنواع الحياة وباختلاف الظروف المحيطة بها . فقد تكون من عوامل الهدم والتدمير ( destructive ) وقد يكون من أثرها حماية سطح الأرض الذي تنمو فوقه ( protective ) كما أن لبعضها أثراً في الإضافة إلى هذا السطح ( constructive ) .

فالنباتات قدرة على تفتيت الصخور بما ترسله بين جذباتها وفي مسامها وشقوقها من جذور . كما أنها عند تحللها تتكون منها بعض أحماض عضوية تذيب مياه الأمطار فتصبح بفضلها عاملاً قوياً في التأثير في الصخور .

كذلك لبعض الحيوانات كالديدان والفيضان والأرانب والسحالي خاصة الحفر في الأرض . وقد يتكاثر بعضها في نقطة معينة فتصبح من عوامل التعرية النشيطة فيها . كذلك لبعض المحارات البحرية من نوع ليتودوموس (Lithodomus) قدرة على ثقب الصخور والخشب وقد تتكاثر هذه على شواطئ وتكون من العوامل الهامة المؤثرة في مخورها .

ولا يخفى ما يقوم به الانسان أحيانا من الأعمال كتحويل مجارى الأنهار وقطع الغابات مما يؤدي الى تنشيط عوامل التعرية في بقاع معينة من الأرض . على أنه من ناحية أخرى قد رأينا كيف أن النباتات قد تقوم بدور آخر هو حماية الصخور من غائلة عوامل التعرية الأخرى . فالحشائش التي تكسو التربة السطحية في البلاد المعتدلة المناخ تحول دون أن تكتسح هذه التربة مياه الأمطار والسيول كما أن جذور الأشجار تتدخل في هذه التربة فتحدث تماسكا بين ذراتها . وقد أشرنا عند التكلم على كتبان الرمال أن هناك نباتات تنمو عليها فتحول دون تأثير الرياح في سطحها فتثبتته وتقف انتقالها .

كذلك نعلم أن في منطقة السد في أعلى السودان تنمو الحشائش فتقف جائلا في سبيل نهر النيل الذي يضطر لأن ينتشر على مساحة واسعة فلا ينحدر له في الصخور مجرى معين .

وقد تقوم النباتات وبعض الحيوانات بدور آخر هو الاضافة للشرة الأرضية بما يرسب عليها من رواسب ناتجة من مجهود هذه النباتات والحيوانات . فالأراضي النباتية السوداء (Humus) تنتج من استمرار نمو نباتات في أرض طينية لمدة طويلة واكتساب التربة لمواد عضوية ناتجة من تحلل بقايا هذه النباتات .

وأمثلة هذه الأراضي معروفة بالهند وشمال أمريكا وفيها يزرع القطن والدخان . كذلك تتكون الطبقات النباتية (Peat) من تراكم النباتات في المستنقعات وعند مضبات الأنهار حيث تختلط بمواد طينية ورملية . ومن مثل هذه الرواسب تكونت طبقات الفحم الحجري في العصور الجيولوجية القديمة .

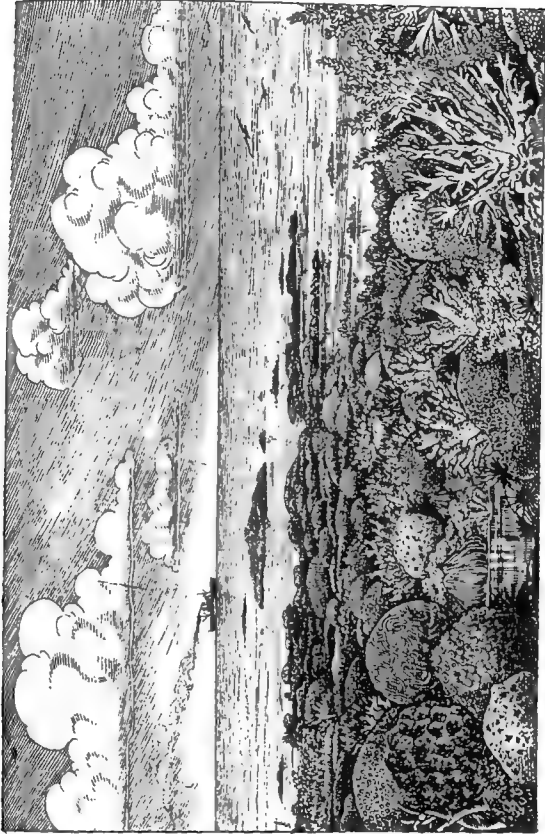
وهناك نباتات بحرية دنيشة مكونة من خلايا مجهرية من مادة أو أكسيد السليكون (Diatoms) تعيش بكثرة عظيمة في بعض البحار والمستنقعات. وهذه تموت فتتراكم خلاياها وتتكون منها طبقات من الصخر تسمى حجر طرابلس (Tripoli-Earth) وتستعمل كمادة للصقل وفي صناعة المفرعات.

وقد تكون الحيوانات البحرية أظهر أثرًا من غيرها في هذه الناحية فقد قدمنا عند التكلم عن الرواسب التي تتكون منها الصخور الجيرية أن أغلب هذه الرواسب يتكون من محارات مجهرية لفصيلة من الحيوانات المعروفة بالفورامينيفرا (Foraminifera) التي تعيش بكثرة في بعض البحار فإذا ماتت سقطت محاراتها إلى القاع حيث تتراكم وتتكون رواسب جيرية قد تبلغ أحيانًا سمكًا عظيمًا.

ومن هذا النوع أيضًا الشعاب المرجانية (Coral Reefs) وهي مستعمرات تقوم بتشيدتها حيوانات بحرية خاصة لتأوي إليها. وهذا النوع من الحيوانات ينمو ويتكاثر في مياه لا يزيد عمقها عن ٣٥ مترًا ولا يقل متوسط حرارتها عن ٢٠ درجة بمقياس سنتجراد. فهي إذن مقصورة على البحار القريبة من خط الاستواء والمدارين. كما أنها لاتنمو إلا في مياه رائحة أي بعيدة عن مصبات الأنهار.

فإذا توافر في بحر من البحار صفاء الماء والحرارة المعتدلة تكونت على شواطئه وحول الجزائر فيه مستعمرات مرجانية تشبه الأشجار في نموها. وقد يبدو بعضها في أشكال منتظمة غاية في الدقة والجمال (انظر الشكل رقم ٧٠).

ومن أحسن أمثلة الشعاب المرجانية ما يرى على شواطئ البحر الأحمر وخليج السويس وفي المحيطين الهادى والهندي. وهي تنمو في خطوط تمتد على الشاطئ نفسه أو على مقربة منه وتغطي كل بروز في قاع البحر يبلغ إلى ما تحت سطح الماء بقليل. وهي لذلك من أسباب مخاطر الملاحة في هذه البحار.



(شكل ٧٠) منظر عام لآحد الشعاب المرجانية بالقرب من الإسكندرية

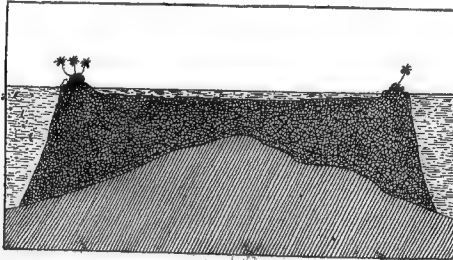
وهناك في المحيطين الهادى والهندي جزائر مستديرة الشكل يسمونها (Atolls)  
هى عبارة عن حلقة من الشعب ظاهرة على سطح الماء فى داخلها بحيرة مالحة قليلة

العمق . وقد تكون الدائرة غير تامة فيكون هناك اتصال بين البحيرة والمحيط .  
بعض هذه الجزائر تغطيه مياه المحيط وقت المد فهو غير مسكون . والبعض يعلو  
عن منسوب المد وقد ينمو على سطحه النخيل فهو مسكون على أن عرض الارض  
فيها لا يزيد على ٥٠ الى ٥٠٠ متر ولا يزيد ارتفاعها عن سطح الماء على ثلاثة أمتار  
( انظر الشكل رقم ٧١ ) . ويفسرون تكونها بوجود جبال مغمورة تحت سطح



( شكل ٧١ ) منظر عام لاحدى جزائر الشعب المستديرة " Atoll " بالمحيط الهادى

المحيط تصل قممها الى ما دون سطح الماء بقليل تنمو عليها مستعمرات مرجانية حتى  
اذا بلغت فى نموها الى ما فوق سطح الماء تكونت الجزائر . وقد تكون هذه الجبال  
المغمورة براكين قديمة تنمو المستعمرات المرجانية على فوهتها ( انظر الشكل رقم ٧٢ ) .



( شكل ٧٢ ) قطاع يوضح طريقة تكوين الجزائر الشعبية المستديرة

## العوامل الدافعية المؤثرة في سطح الأرض

دلت المشاهدات على أن تغيير درجة حرارة الجو لا يمتد أثره في القشرة الأرضية إلا لعمق محدود فاحت ذلك تكون حرارة الأرض مستقلة عن تغيير حرارة السطح. وقد ذكرنا أن هذه الحرارة الداخلية ترتفع بنسبة درجة واحدة بمقياس سنتجراد لكل ٣٠ مترا من العمق تقريباً. كذلك نستدل من البراكين ومن العيون الحارة ومن المشاهدات في المناخ والآبار العميقة أن جوف الأرض على حرارة مرتفعة جداً. وقد وجدنا من الطبيعي أن نستنبط مما تقدم ومن اعتبارات أخرى أشرنا إليها في الباب الأول من هذا الكتاب أن القشرة الأرضية اليابسة قد يبلغ سمكها نحو ٦٠ كيلومتر تليها في جوف الأرض مواد معدنية على حالة من الحرارة والضغط تجعلها إما مصهورة أو صلبة صلبة غير ثابتة بحيث تنصهر بمجرد حدوث أى تعديل في الحرارة أو الضغط الواقع عليها.

ومن ذلك نرى أن جوف الأرض على حالة غير مستقرة وإن القشرة اليابسة المحيطة به قد تنتابها من جراء عدم استقراره حركات وتظهر فيها ظواهر تؤثر فيها تأثيراً ظاهراً. وهذه الظواهر على ثلاثة أنواع : —

- (١) البراكين .
- (٢) الهزات الأرضية العنيفة — الزلازل .
- (٣) التقلصات الأرضية البطيئة .

### البراكين ( Volcanoes )

يعرفون البركان أحياناً بأنه جبل تخرج منه النار. وهو تعريف خطأ إذ ليست بالبراكين مواد تحترق فيخرج لهيها من فوهاتها كما يفهم من هذا التعريف . والأصح أن البركان يخرج أو فتحة في القشرة الأرضية تسمح للمواد المصهورة والغازات المحبوسة في جوف الأرض بالخروج إلى سطحها .



(شكل ٧٣) قطاع يوضح تقسيم البركان الى اجزائه الثلاثة

والبركان يتكون من ثلاثة اجزاء ( انظر الشكل رقم ٧٣ ) .

( ١ ) القبة (Neck) . وهي

تجويف اسطوانى يخترق القشرة الأرضية فيفصل بين معين المواد المصهورة وسطح الأرض .



( ٢ ) الفوهة (Crater) .

وهي الفتحة العليا التي تنبعث منها

الغازات والحلم . ( انظر الشكل (شكل ٧٤) الفوهة الحالية لبركان فيزوف وهي وافتة داخل فوهة قديمة هدمت في احدى ثورات البركان السابقة رقم ٧٤ )

( ٣ ) المخروط (Cone) . وهو الجبل المخروطى الشكل الذى يتكون من تراكم

المواد المصهورة حول القبة .

وتختلف البراكين شكلا كأن يكون مخروطها منفرجا أو محدبا وأن تنوسط فوهته المخروط أو تكون على جانب منه .

وقد يكون البركان جبلا صغيرا لا يزيد ارتفاعه على مائة متر على أن بعضها قد يبلغ ارتفاعا عظيما بحيث يصبح من أعلى القمم على سطح الأرض كبركان كوتوباكسى (Cotopaxi) بجبال الأنديز فى جنوب أمريكا الذى يزيد قمته على ٦٠٠٠ متر فوق سطح البحر . وبركان اتنا (Etna) بجزيرة صقلية الذى يرتفع ٣٥٠٠ متر عن منسوب البحر .

قليل من البراكين دائم الثوران كبركان سترومبولى (Stromboli) باحدى الجزائر الإيطالية بالبحر الأبيض المتوسط الذى تنبعث من فوهته الأبخرة والغازات وتصب من فوهته المواد المصهورة مرة كل دقيقتين . على أن هذا النوع من

البراكين نادر اذ الأغلب بينها أن يكون منقطع النشاط يشور في فترات غير منتظمة تتخللها فترات سكون وخمود .

وبركان فيزوف (Visuvius) القريب من مدينة نابولي بجنوب إيطاليا هو أشهر البراكين لوجوده ببلاد قديمة المدينة ولكثرة المشاهدات والدراسة التي أجريت عن حركته وثورانه . وقد لوحظ أن ثورانه تسبقه ظواهر تدل على قرب حدوثه كان تهتز الأرض في المناطق المجاورة له وتنبعث منها أصوات تشبه صف المدافع . وقد تنضب عيون الماء فيها حوله لتشق الأرض وتسرب الماء الى هذه الشقوق الجديدة . ثم تنبعث كميات هائلة من الأبخرة والغازات من فوهة البركان تعقبها أتربة ومقدوفات تنثر من الفوهة . وأخيراً ينفجر البركان كما في الصورتين باللوحة السابعة عشرة في سلسلة من الانفجارات مصحوبة بأصوات هائلة وتسيل من فوهته ومن شقوق في مخروطه مواد ممدنية مصهورة هي الحم تسيل على جوانبه وقد تنحدر الى مسافات بعيدة قبل أن تتصلب ويقف سيلها .

بعد ذلك يخفت الثوران تدريجياً . وقد بقي ساكناً لبضعة أيام أو أسابيع أو شهور أو سنين ينفجر بعدها وهكذا دواليك .

ومن أقدم الثورانات المعروفة في تاريخ هذا البركان ما حدث عام ٧٩ ميلادية اذ كان ثوراناً شديداً انفجرت من فوهته كميات هائلة من الرماد تراكمت على مدينة بومبي (Pompeii) فغطتها وأهلكت من بها فاندثرت . واندلعت من فوهته سيول الحم ففقرت مدينة هركولانيوم (Herculaneum) التي كانت عند أسفل الجبل فغطتها بطبقة سميكة من البازلت يملون حتى الآن لازاتها وكشف ماقحتها من مدينة بادت واندثرت .

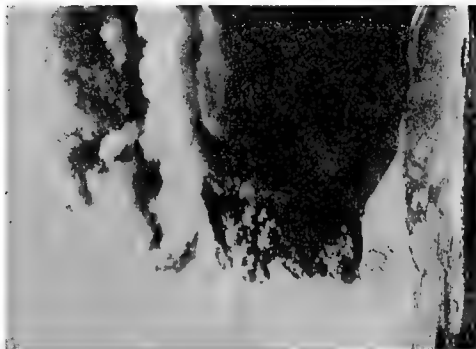
ومن أمثلة البراكين المتقطعة النشاط بركان إتنا بجيزة ضبقية . وقد يخمد سنين طويلة تقطى قوته فيها التلوج على أنه لا يلبث أن ينشط فجأة فيقلب سكونه وهدهده ثوراناً عظيماً تندلع من فوهته الحم المصهورة تغمر القرى المجاورة فهدمها وتمهلك أهلها . وقد ثار في شتاء عام ١٩٢٨ ثوراناً مريعاً اندلعت منه سيول الحم فأنحدرت الى بعض من القرى الواقعة على سفحه فدمرتها .

وتختلف المرات التي تنبعث من أفواه البراكين الى ثلاثة أنواع : —

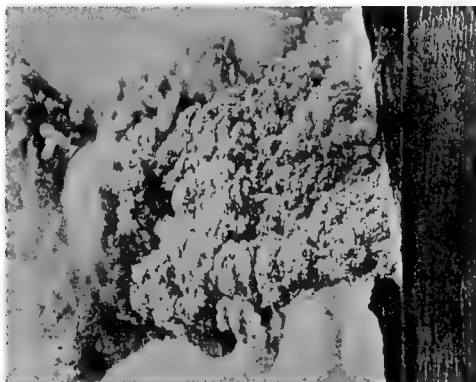
- (١) أجسام صلبة — كالرماد والمقدوفات البركانية .
- (٢) مواد مصهورة سائلة — الطفوح أو الحم البركاني .
- (٣) مواد غازية — كبخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى .



(اللوحة ١٧)



(١) اقصبار بركان فيزوف في ١٣ أبريل عام ١٩٠٦ .



(ب) اقصبار بركان مونت بيليه في ١٦ ديسمبر عام ١٩٠٢ .



### الرماد البركاني (Ashes) - مواد معدنية تخرج من البركان على شكل ذرات

دقيقة صلبة تنفجر مع الغازات والأبخرة تحت ضغط شديد فتنتشر في الجو وقد تسبب حول الجحوظ أو تحملها الرياح الى مسافات بعيدة قبل هبوطها الى السطح .

وقد شوهد هبوط الرماد البركاني المنبعث من بركان فيزوف بعد إحدى ثوراته في مدينة القسطنطينية . وقد انفجر بركان كراكاتوا بجزيرة جاوه سنة ١٨٨٣ حملت الرياح الرماد وبقى في الجو مدة طويلة حتى أنه دار حول الأرض قبل هبوطه نهائياً على السطح .

ويرجع خصب أراضي جزيرة جاوة الى ما تراكم على سطحها من الرماد البركاني المنبعث من براكينها . ولقد قدمنا أن تراكم الرماد هو الذي دمر مدينة بومبي وأهلك أهلها في عام ٧٩ بعد الميلاد .

### المقذوفات البركانية ( Bombs ) - قطع من الصخر اهليلجية (ellipsoidal)

تبلغ في المتوسط حجم جوزة الهند وتوجد أحياناً منشورة على جوانب المخروط . وهذه تنفصل عن باقي المواد المصهورة قبل خروجها من البركان بقوة انفجار الأبخرة والغازات



فتنتطلق في الهواء كما تنطلق القنبلة من فوهة المدفع في حركة حلزونية سريعة هي التي تعطيها شكلها الأهليلجي

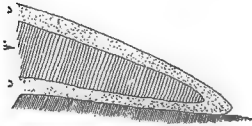
المعروف ( انظر الشكل رقم ٧٥ ) . ( شكل ٧٥ ) مقذوف بركاني

### الطفوح البركانية - الحمم ( Lava ) - يطلق هذا الاسم على ما يندلع

من فوهة البركان ومن شقوق في جوانب مخروطه من مواد معدنية مصهورة . هذه المواد تصعد من جوف الأرض الى قسبة البركان كما تصعد السوائل في الاناء على غليانها . فاذا بلغت فوهة البركان أو الشقوق التي تظهر أحياناً في مخروطه تسيل على السطح في مجار غير منتظمة . وتسيل الحمم عند تدفقها من فوهة البركان بسرعة قد تبلغ ثمانية أمتار في الثانية . على أنها سرعان ما تبرد بتعرضها للجو فتستحيل عجينة ثقيلة تتباطأ في سيلها كما يحدث عن الفوهة حتى تتف نهائياً .

وتختلف سيولة الحم باختلاف تركيبها فإذا كانت حمضية أى غنية بثانى أكسيد السليكون تكون قليلة السيولة لمرعة تصلبها. والعكس فى الحم القاعدية فهى أكثر سيولة وقد تنحدر لمسافات بعيدة على مخروط البركان .

وقد قدرت درجة حرارة الطفوح البركانية وقت اندلاعها من البراكين بنحو ١٠٠٠ درجة بمقياس سنتجراد. على أنها : تلامستها لسطح المخروط وبالجو مرعان ماتبرد فتتصلب منها الطبقة العليا الملامسة للهواء والطبقة السفلى الملامسة للمخروط . أما ما بين ذلك فيبقى طويلا على حالة الانصهار



فيتصلب ببطء . ولذلك فالطبقات السطحية من الحم تكون عادة زجاجية التركيب بينما الاجزاء الوسطى متبلورة تبلورا غير ظاهر الا تحت المجهر ولكنها تنفصل فى أعمدة سداسية منتظمة . وترى أمثلة ذلك فى بقايا الحم البركانية القديمة فى اسكتلاندا وشمال ايرلاندا (أنظر الشكل رقم ٧٦).

(شكل ٧٦) قطاع تخيلي فى حم بركاني يوضح اختلاف درجة التبلور فى اجزائها

د = دقيق التبلور أو زجاجي ح = خشن التبلور

### الأنفجرة والغازات البركانية

قدما أن ثوران البراكين يسبقه عادة انبعاث كميات عظيمة من الغازات والأنفجرة . كذلك تخرج الغازات من البراكين وقت سكونها . ويفلب فيها أن تكون بخار الماء وغازات أحماض الأيدروكلوريك أو الكبريتيك أو النوشادر أو الهيدروجين المسكبرت . وهذا يختلف فى البراكين المختلفة . كذلك تختلف حرارة هذه الأنفجرة فتتراوح بين ٥٠٠ درجة و ١٠٠ درجة بمقياس سنتجراد . ومن البراكين الساكنة ينبعث عادة بخار الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون . وقد تتبعث هذه بكميات عظيمة تتكون منها سحب وضباب يهبط على البلاد المجاورة فيهلك من فيها كما حدث فى بلاد المارتينيك عامى ١٩٠٢ و ١٩٠٣ حيث أزهقت غازات ثانى أكسيد الكربون المنبعثة من براكين ساكنة فيها نيفا وأربعين ألف نسمة .



( شكل ٧٧ )

## التوزيع الجغرافي للبراكين

يبلغ عدد البراكين المعروفة على سطح الأرض نحو ٣٠٠ بركان تتمتع بدرجة معينة من النشاط على أن أغلبها كما قدمنا من النوع الذى يثور أحيانا ويخمد فيما بين ذلك. هذه البراكين إما على حافات مناطق الهبوط العظمى كأحواض البحار والمحيطات وإما على مقربة من خطوط ضعف يعرفها الجيولوجيون بالفوالق (faults) تعثور القشرة اليابسة نتيجة تقلصات سيأتى الكلام عنها .

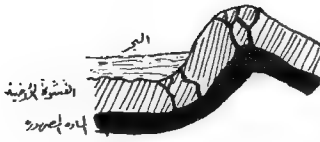
ومن الخريطة الجغرافية المبينة بالشكل رقم ٧٧ نرى توزيع البراكين حول حوض البحر الايض المتوسط ومنها فيزوف واتنا وسترومبول وبعض البراكين تحت ماء البحر عند جزائر سانتورين اليونانية. وفي المحيط الاطلسي توجد البراكين بجزيرة القديسة هيلانة وجزائر الكناريا والازورز وإسلانده. وفي المحيط الهندي في جزائر موريس والريونيون. وحول المحيط الهادي توجد في جبال الانديز بأمريكا الجنوبية ( بركان كوتوباكسي ) وفي المكسيك وجبال الروكي وفي الاسكا وكنتاشانكا وكوريل . وفي اليابان وجزيلنده الجديدة .  
كذلك في أواسط أفريقيا توجد بعض البراكين قريبة من الفوالق التي تهبط بسببها منطقة كبيرة من سطح الارض في ذلك الجزء من القارة .

عدا هذه البراكين التي تثور أحيانا فهناك عدد عظيم من براكين خامدة منذ أمد طويل يستدل على سابق وجودها بما تركته وراءها من حمم ورماد وما أحدثته من تحول في الصخور المحيطة بها من جراء حرارة المواد المصهورة التي اندلعت من فوهتها . ومن أمثلة هذا النوع البراكين القديمة المعروفة في منطقة (Pays de Dôme) بجنوب فرنسا .

## أسباب ظهور البراكين

ان التوزيع الجغرافي للبراكين كاف ليفسر أسباب تكوينها . فقد أوضحنا أنها تظهر دائما إما على مقربة من حافات مناطق الهبوط العظمى في القشرة الأرضية أو على اتصال بخطوط ضعف أو فوالق تتناب تلك القشرة .

ففي الحالة الأولى توجد البراكين في جزء متجدد من القشرة الأرضية وهذا التجدد يجعل القشرة ضعيفة بحيث تنشق من جراء الضغط الواقع عليها من الداخل .



فحيث يزيد هذا الضغط عما يمكن للقشرة احتماله تنشق هذه وتتمكن المواد المعدنية المصهورة في جوف الأرض من الخروج الى السطح. (شكل ٧٨) قطاع تخيلي يوضح تشقق القشرة عند حواف القارات . وهو من أسباب تكوين البراكين .  
في الشكل رقم ٧٨ .

أما في الحالة الثانية فهذه الفوالق العظمى نفسها هي شقوق تتقاب القشرة الأرضية فتحدث اتصالاً بين جوفها وسطحها .

أما السبب المباشر للثوران فقد قام اختلاف على تفسيره . فهناك قول بأنه ناتج من انزلاق بعض أجزاء القشرة اليابسة على ما تحتها من المواد المصهورة فبازدياد الضغط عليها تصعد في الشقوق وتصل الى السطح . وهناك قول آخر بأن مياه البحار تتسرب في الشقوق الى داخل الأرض فترتفع حرارتها وتبخر فجأة فتنفجر ويحدث الثوران . وهناك رأي ثالث أن الثوران راجع لتجمع الغازات المنذبة في المواد المصهورة ثم انفجارها بعد بلوغها ضغطاً معيناً .  
فالبراكين بالنسبة لباطن الأرض كصمام الأمان (Safety-valve) بالنسبة لمراحل الآلات البخارية .

### الظواهر النارية بالبركانية

وهناك ظواهر قد يرجع أصلها لعوامل بركانية اذ توجد غالباً في مناطق بركانية قد هدأ ثورانها وخذت براكينها جميعاً . ومن هذه : البراكين الكبريتية (Solfatara) . والبراكين الطينية (Mud-volcanoes) . والنفواريات (Geysers) . والعيون الحارة (Hot-springs) .

البراكين الكبريتية (Solfataras) — عبارة عن فوهات براكين خامدة ينبعث منها بخار الماء وغاز الهيدروجين للكبريت وغازات أحماض كبريتية أخرى. وهذه بمجرد تعرضها للجو يرسب منها معدن الكبريت حول فوهة البركان ، وقد تتراكم هذه الرواسب في طبقات سميكة فتصبح صالحة للاستغلال. ومن هذا النوع براكين كثيرة في جنوب إيطاليا حيث تستغل كأغني مورد لمعدن الكبريت ويبلغ مقدار ما تنتجه من الكبريت في العام نحو ٢٠٠.٠٠٠ طن .

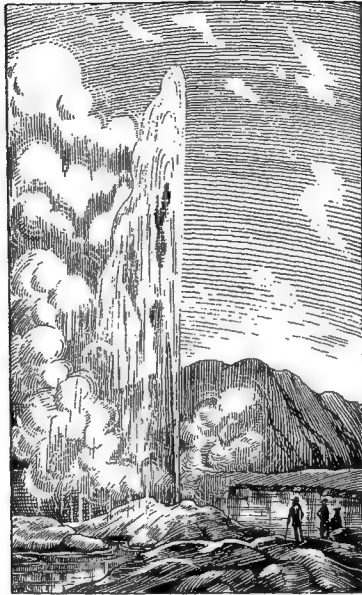
وفي بزلوس (Puzzoles) قرب مدينة نابولي بجنوب إيطاليا تنبث هذه الغازات على حرارة ٣٦٠ درجة بمقياس ستجراد . وهذه الحرارة يحولونها الى قوة كهربائية يستعملونها في الصناعات المختلفة . وتوجد أمثال هذه البراكين الكبريتية في جزائر ليباري (Lipari) وفي شيلي (Chili) ورسب من غازاتها الكبريت والبوريك والشب .

البراكين الطينية (Mud-volcanoes) — عبارة عن رواسب طينية تنبعث من باطن الأرض مصحوبة بغازات كربونية أو هيدروكربونية. وهذه يغلب وجودها في المناطق البترولية قرب باكو بالقوقاز وفي المكسيك وغيرها . والسبب في تكوينها راجع لصعود الغازات الكربونية التي تنبعث من زيت البترول وهذه تكتسح معها بعض المياه التي في طبقات الصخور فاذا قابلتها طبقات طينية اختلطت هذه بالمياه وخرجت الى السطح في نوافير مياه طينية . ويقدر أن هذه البراكين الطينية من العلامات الدالة على وجود زيت البترول في باطن الأرض .

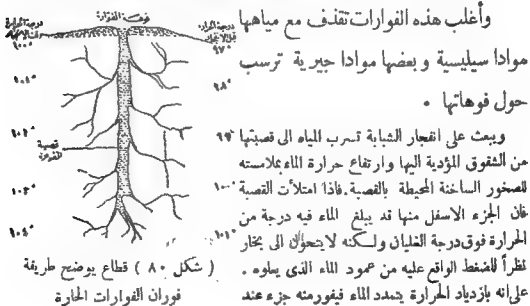
الفوارات الحارة (Geysers) — فوهات في الأرض تقذف مياهها ساخنة في فترات منتظمة . وأشهرها الفوارات المعروفة في جزيرة إيسلاند حيث توجد نحو مائة منها . كذلك في جزائر زيلند الجديدة بقرب أحد البراكين بها .

ومن الفوارات المشهورة للوجود في جبال الروكي في أمريكا الشمالية بالمنطقة المعروفة باسم (Yellowstone Park) كما في الشكل ٧٩ .





(شكل ٧٩) منظر احدى الفوارات الحارة بمجال الروكي بامريكا الشمالية وقت انفجارها .



فوهة الفوارة وبذلك يقل الضغط الواقع على ما بأسفل الفوارة فيستجبل فجأة الى بخار يطرد الماء الذى يملأ القصبة الى الهواء بقوة كبيرة . ثم تهدأ الفوارة لفرغ قصبتها من الماء فيبدأ هذا بالتسرب اليها من جديد وهكذا تتكرر العملية نفسها على التوالى . ونظرا لان قصبة الفوارة تحتاج الى وقتهمين لتمتلئ بالماء فان ثوران الفوارات يكون عادة منتظما يفصل كل ثوران عما يليه وقت محدود ( انظر الشكل رقم ٨٠ ) .

**العيون الحارة ( Hot-springs )** مياه تنفجر من باطن الأرض على حرارة مرتفعة وأحيانا تكون مشبعة بمواد معدنية كالكبريت والأملاح المختلفة. وتوجد العيون الحارة غالبا على امتداد الفوالق (faults) التى سبق أن أشرنا إليها . وقد توجد فى مناطق لا أثر للتفاعل البركانى فيها .

وهذه العيون تنتج من تسرب مياه الأمطار أو البحار الى خطوط الفوالق فتغور بها الى أعماق كبيرة فترتفع حرارتها عن حرارة جوف الأرض حتى اذا قابلها ما يدعو الى صعودها الى السطح فإنها تنفجر فى عيون ساخنة . وقد تبلغ مياه هذه العيون حرارة عالية وقد تكون مرتفعة عن حرارة الجو بقليل .

وتحتوى مياه العيون الحارة بعض الأملاح والمعادن كالكبريت أو الحديد أو الأملاح القلوية أو المواد الجيرية فترسب هذه حول العين . ولأغلبها خواص طبية تشفى أمراضا مختلفة كالرتية ( الروماتزم ) والأمراض العصبية . ومنها ما تحتوى مياهها أملاح الراديوم ولهذه فوائد طبية كبيرة .

وفى القطر المصرى عيون حارة أشهرها عيون حلوان الكبريتية وعيون كبريتية أخرى على شواطئ خليج السويس أهمها عين حمام فرعون جنوب السويس حيث تخرج مياه كبريتية على حرارة ٧٣ درجة بمقياس سنتجراد. ويرجع ظهور هذه العيون لوجود خطوط فوالق كبرى على جانبي الخليج .

### **الزلازل (Earthquakes)**

هزات سريعة قصيرة المدى تلتاب بعض أجزاء القشرة الارضية فى فترات

منقطعة . وقد تكون هذه الهزات ضعيفة فلا تحس بها سوى آلات الرصد الدقيقة . على أن بعض الزلازل قد يبلغ من العنف أن يحدث أضراراً كبيرة . فكم من أرواح ازهقت وكم من مدن هدمت وكم من مدنيات اندثرت من تأثير بعض الزلازل العنيفة . فالزلازل رغم أنها قصيرة المدى هي من ظواهر الطبيعة التي تلقى رهبة وروعة في نفس الانسان . وقد يكون هذا ما دعا للعناية بدراساتها مما أدى لبلوغ معلومات الانسان عنها شوطاً بعيداً .

والزلازل في الواقع مجموعة من الهزات تتلو الواحدة الاخرى وقد تتوالى مدة طويلة قبل أن تعود القشرة الارضية الى حالتها الثابتة . وهي تبتدىء عادة بهزات خفيفة قد تكون مصحوبة بأصوات كقصف الرعد منبعثة من باطن الارض وتتلو ذلك الهزات الكبرى ثم تتلوها هزات متكررة تتناقص في قوتها تدريجاً حتى تنف نهائياً .

وقد حدث أبان زلزال عام ١٠٩٥ في مقاطعة كالابريا ( Calabria ) بجنوب إيطاليا أن تعاقبت الهزات بعد الزلزال حتى بلغت مائتي هزة ما بين ٨ سبتمبر و ٣١ ديسمبر حيث عادت الارض الى ثباتها وسكونها . على أن اغلب هذه الهزات الأخيرة لم يشعر بها الانسان وإنما دلت عليها آلات الرصد الدقيقة .

ومن ملاحظة الاثر الذي تحدثه الزلازل فيما على سطح الأرض من منشآت يمكن اعتبار الاهتزازات التي تحدثها في القشرة الارضية أحد أنواع ثلاثة : —

- (١) رأسية أى من أسفل الى أعلى . ينتج عنها قذف الصخور وبعض المباني في الهواء . وقد رويت بعض الاكواخ في كالابريا اثناء زلزال عام ١٧٨٣ وقد ارتفعت في الهواء قبل أن تهبط .
- (٢) افقية وهو النوع السائد في الزلازل . ينتج عنه تهدم ما يقوم على السطح من مباني ومنائر ومداخل وينب أن يكون سقوطها جيباً في اتجاه واحد هو اتجاه سير الزلازل .
- (٣) دائرية وهو نادر . وقد لوحظ في طوكيو باليابان ابان زلزال عام ١٨٨٠ حيث دارت بعض المسلات القائمة بها حول محورها .

وقد يرجع هذا الاختلاف الى محل المشاهدة ونسبتها الى مركز الزلزال الواقع في جوف الارض . فإذا كانت المشاهدة في مكان فوق مركز الزلزال مباشرة كانت الحركة رأسية وإن كان بعيداً عنها كانت افقية . أو قد يكون هذا الاختلاف ناشئاً عن اختلاف في طبيعة الهزات في جوف الارض .

### سبر الزلازل

تنتقل الهزات في القشرة الأرضية من مراكز حدوثها في جميع الجهات . ويمكن تحديد اتجاه سيرها في أى مكان معين بواسطة آلات الرصد الخاصة . على أنه في الأماكن التي تتأثر بالزلازل الشديدة يمكن الاستدلال على هذا الاتجاه بمشاهدات عديدة منها . ملاحظة الاتجاه الذى تسقط فيه أغلب المنائر ومداخن المصانع وجدران المنازل .

وقد لوحظ في بعض مدن الأندلس بعد زلزال عام ١٨٨٤ أنه في الصيدليات حيث زجاجات الأدوية مرصوفة حول الجدران قد سقطت منها الصفوف المرصوفة على حائطين متقابلين بينما الزجاجات على الحائطين الآخرين أزيحت قليلا عن مواضعها الأصلية .

أما سرعة انتقال الزلازل في القشرة الأرضية فيختلف باختلاف قوتها والمناطق التي تحترقها وتركيبها الصخرى . وقد قدرت سرعة انتقال الهزات في الزلازل الذى حدث بأسبانيا عام ١٧٥٥ بنحو ٥٤٠ مترا في الثانية وفي الزلزال الذى حدث بألمانيا عام ١٨٧٢ بنحو ٧٤٢ مترا في الثانية وفي الزلزال الذى حدث في يربوجنوب أمريكا عام ١٨٦٨ بنحو ١٨٥ مترا في الثانية . على أن سرعة الزلزال الذى حدث في الولايات المتحدة عام ١٨٨٦ قدرت بنحو ٥٧٠٠ متر في الثانية .

### تأثير الزلازل في القشرة الأرضية

أشرنا فيما تقدم الى بعض ما تحدثه الزلازل من الأثر في حياة الإنسان ومنشآته . على أن لها غير ذلك أثرا محسوسا في القشرة الأرضية نفسها منها انشقاق الأرض في شقوق قد تبقى مفتوحة وقد تمتلئ بما ينهال عليها من مواد صخرية من الجانبيين . وقد يحدث انخفاض في جانب من الشق دون الآخر وهو ما يعبرون عنه بالفالق ( Fault ) . وقد يصحب ذلك زحف أفقي في جانب من الفالق دون الآخر . وقد

(اللوحة ١٨)



منظر يوضح ما حدث في اليابان بعد امدى الزلازل الكبرى من انخفاض جزء من الارض  
عن الاجزاء الاخرى وأثر ذلك في الطرق والمخول



حدث مثل ذلك في اليابان على أثر زلزال عام ١٨٩١ حيث انقلبت الأرض على طول ١١٢ كيلو متر فهبط جانب من جانبي الشق بمقدار يتراوح بين ٦٠ مترا و٦ أمتار كما أن الزحف الجانبي بلغ نحو ٤ أمتار. وقد كان لهذا الفالق أثر في الطرق والسكك الحديدية وأسوار المنازل . كما في الصورة الفوتوغرافية باللوحة الثامنة عشرة .

كذلك كان من أثر الزلزال الشهير الذي هدم مدينة سان فرانسيسكو بالولايات المتحدة عام ١٩٠٦ أن انقلبت الأرض فتكسرت أنابيب المياه والغاز وتقطعت أسلاك الكهرباء على طول خط الفالق فحدثت من جراء ذلك الحرائق التي حال تعطيل مواسير المياه دون مكافئها فكانت الحرائق أكبر بلاء من الزلزال نفسه .

ومن أثر الزلازل أحيانا انهيار جروف في الجبال وانزلاق كتل صخرية كبيرة منها. كما أن مياه بعض العيون والآبار قد تنضب اذ تنسرب الى ما تحته الاهتزازات. من شقوق جديدة في القشرة الأرضية. وقد تظهر للسبب نفسه عيون جديدة كما حدث في مدينة حلوان من ظهور عين كبريتية جديدة بعد زلزال عام ١٩٢٦ .. وقد تكون مراكز الزلازل تحت سطح البحر فتنتاب مياهه موجات جزرية ( Tidal-Waves ) شديدة تكسح الشواطئ لمسافات بعيدة. ومثل ذلك حدث قرب جزيرة جاوه عام ١٨٨٣ فقذف الأمواج باخرة الى داخل الغابات المحيطة بالشاطئ وعلى بعد ٤ كيلومترات منه .

### البحوث المنظمة الخاصة بالزلازل

بدأت دراسة الزلازل وخواصها بعد اختراع آلة الرصد الخاصة المعروفة بالسيزموجراف. (Seismograph). وقد أثبتت هذه الآلات أن هزات قد لا تتعدى خمسة أو ستة مليمترات كافية لأن تحدث اضرارا كبيرة من هدم مباني وما يتبع ذلك من ازهاق أرواح . ويمكن تشبيه ذلك بما يحدث عند وضع كرة صغيرة من الزجاج على لوحة من الرخام فإذا ضربت هذا السطح ضربة خفيفة فإن الاهتزاز الذي يحدث في سطح الرخام قد يكون ضئيلا جدا إلا أن الكرة الموضوعة فوقه تنقلب في

الهواء لمسافة غير قليلة . فاللباني وكتل الصخور الملقاة على سطح الأرض يحدث لها مثل ما يحدث لهذه الكرة لأى اهتزاز بسيط فى القشرة الأرضية .

ولقد شوهد أن أثر كل زلزال يبلغ أشده فى بقعة معينة من الأرض وقد سميت هذه البقعة المركز السطحى للزلزال (Epicentre) . وهذه البقعة تقابل تماماً مركز الزلزال فى جوف الأرض (Centre) .

وهناك من الأدلة ما يثبت أن مركز الزلزال فى جوف الأرض يبعد كثيراً عن السطح .

ويمكن تقدير ذلك بقياس الزوايا التى تعملها الصخور التى يقذفها الزلزال على سطح الأرض . فإذا أرسمت خطوط تمثل مع السطح هذه الزوايا فأنتها جميعاً تتقابل فى نقطة واحدة هى المركز الداخلى للزلزال .

من هذا المركز الداخلى وهو مصدر الزلزال تنبعث الهزات أو التموجات فى القشرة الأرضية كما تنبعث التموجات فى الماء الساكن بعدلقاء حجر فيه . فتصل



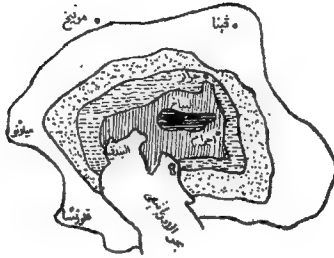
هذه التموجات على أشدها عند المركز السطحى المقابل لمصدر الزلزال . وتتناقص شدتها كلما بعدت عن هذا المركز كما تتناقص تموجات الماء كلما بعدت عن مكانلقاء الحجر .

( انظر الشكل ٨١ ) .  
( شكل ٨١ ) قطاع تخيلى يوضح انتقال التموجات الأرضية من مركز الزلزال الداخلى الى السطح

واذا جُمعت المشاهدات فى الأماكن المختلفة التى يفتابها أى زلزال شديد ودرجت على خريطة المنطقة التى حدثت فيها أمكن عمل خريطة تبين المناطق التى يتساوى فيها تأثير الزلزال .

ومن أحسن ما عمل فى هذا الباب الخريطة الخاصة بالزلزال الذى حدث فى النمسا وشمال إيطاليا عام ١٨٩٥ ( انظر الشكل رقم ٨٢ ) .





( شكل ٨٢ )

خريطة تبين المناطق المتساوية في مقدار تأثرها من زلزال ليياخ

وقد قسمت المنطقة التي تناولها ذلك الزلزال تبعا لمقدار تأثرها به الى عدة دوائر : —

الدائرة الأولى — المركز السطحي للزلزال حول مسببة ليياخ حيث هدمت اغلب المنازل وأزهقت أرواح كثيرة .

الدائرة الثانية — حيث سقطت جميع النارات ومدائن المصانع .

الدائرة الثالثة — تصدعت مبانيها بغير أن تهدم . وفي هذه الدائرة تقع مدينة البندقية .

الدائرة الرابعة — شعر جميع السكان بالزلزال وحدث زعر عام ولم تحدث اضرار مادية . وفي هذه الدائرة مدينة جراتز .

الدائرة الخامسة — شعر بالزلزال بعض السكان فقط .

الدائرة السادسة — لم يشعر أحد بالزلزال على أن آلات السيزموجراف رصدتها في مدن فينا وميلانو وفلورنسا .

ولم يكن أى أثر للزلزال خارج هذه الدائرة الأخيرة .

ومن هذه الخريطة يتضح امران على جانب من الاهمية وبخاصة عند البحث عن أسباب حدوث الزلازل : —

( أولا ) أن الخطوط التي تحدد كل دائرة ليست منتظمة بل هي خطوط منكسرة . ويرجع ذلك لعدم تناسق القشرة الارضية وتركيبها من صخور مختلفة تختلف قوة الاهتزازات وسرعتها عند المرور فيها .

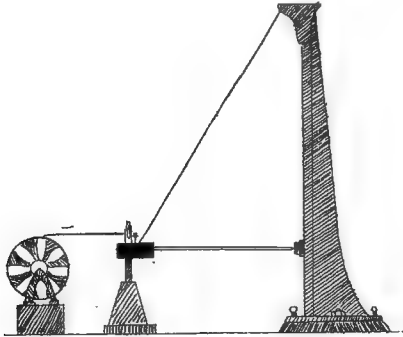
( ثانياً ) أن هذه الدوائر هي في الواقع أشكال مستطيلة . مما يدل على أن مركز الزلزال الداخلي هو خط وليس نقطة واحدة ..

### السيزموجراف (Seismograph)

وهي آلة رصد الزلازل . ولا يقتصر عملها على إثبات حدوث الزلازل بل تسجل أيضا وقت حدوثها وعدد الهزات المكونة منها وقوتها ومداهما واتجاه مصدرها . أما الحقيقة الطبيعية التي بنى عليها اختراع السيزموجراف فهي أنه إذا دلينا كتلة ثقيلة في آخر جيل أو عمود طويل كما يتدلى بندول الساعة فإنها بحكم قصورها الذاتي (inertia) تبقى ساكنة حتى ولو اهتزت الأرض والقوائم المدلاة منها الكتلة .

فاذا تصورنا أن هذه الكتلة تحمل قلما وأن هناك ورقة مثبتة على الأرض ملامسة لهذا القلم فإن الأرض إذا اهتزت تحركت معها الورقة مع بقاء القلم ثابتا فيرسم على الورقة خطا منكسرا يبين مدى تحرك الورقة باهتزاز الأرض .

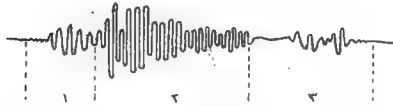
ولكي يمكن تسجيل وقت حدوث الزلازل فإن هذه الورقة تثبت عادة على سطح اسطوانة تدور دورة آلية كدورة الساعة والورقة مقسمة أياما وساعات ودقائق وثواني . ( انظر الشكل رقم ٨٣ ) .



( شكل ٨٣ ) مبورة لنوع بسيط من السيزموجراف .  
(١) الثقل (ب) الابرة التي ترسم على الاسطوانة

وقد أدخلت تحسينات كبيرة على الشكل الأصلي للـ **سيزموجراف** كلها تؤدي إلى زيادة حساسيته حتى يسجل أقل الزلازل أثراً وكذلك لضبط وقت حدوثها وتحديد اتجاه مصدرها إلى غير ذلك من المعلومات الهامة التي يراد الحصول عليها عن الزلازل. وهذا مما يجعل السيزموجرافات المستعملة الآن في المراصد الكبرى دقيقة معقدة التركيب كالألة المستعملة في مرصد حلوان والتي يمكن مشاهدتها في المرصد نفسه.

والشكل الذي يرسمه قلم السيزموجراف عند حدوث الزلزال يسمى **السيزموجرام** (Seismogram). وهو كما ترى من الشكل رقم ٨٤ عبارة عن خط منكسر كثير التذبذب تمثل الذبذبة فيه مقدار الاهتزاز. فطالما ظلت الأرض ثابتة كان هذا الخط مستقيماً على أن التذبذب يظهر فيه بمجرد ابتداء الزلزال ويستمر بدرجات متفاوتة تبعاً لقوة الهزات المتعاقبة حتى تبطل هذه فيعود الخط إلى استقامته الأولى (أنظر الشكل رقم ٨٤).



(الشكل ٨٤) السيزموجرام الذي يرسمه ابرة السيزموجراف عند حدوث الزلزال  
١ الهزات الابتدائية ٢ الهزات الكبرى ٣ الهزات النهائية

وتتفاهى جميع أشكال السيزموجرام من مختلف المراصد بحيث يمكن أن نستخلص منها القوانين التي تضبط انتقال التدوجات الناتجة من الزلازل في القشرة الأرضية. ويتكوّن السيزموجرام الخاص بكل زلزال من ثلاثة أجزاء كما في الشكل ٨٤ :-

الجزء الأول - الذبذبة الابتدائية وهي نتيجة وصول الهزات من مصدر الزلزال إلى المرصد في خط مستقيم يخترق الكرة الأرضية.

الجزء الثاني - الذبذبة الكبرى وهذه نتيجة وصول الهزات عن أقرب طريق في السطح.

الجزء الثالث - الذبذبة الأخيرة وهذه نتيجة وصولها عن طريق السطح ولكن من أبعد طريق حول سطح الكرة الأرضية.

فالنسبة بين وصول الذبذبة الاولى والكبرى تعطى بعمليات حسابية معروفة بعدد مركز الزلزال عن مكان الرصد .  
فاذا رصد الزلزال الواحد من ثلاثة مراصد مختلفة أمكن تحديد مركزه بفاية الدقة . على أنه لا بد أن تكون هذه المراصد على بعد كاف من مركز الزلزال حتى يمكن تسجيل الفرق بين وصول الهزات الأولى والثانية .

وقد قدمنا أن سرعة سير الهزات تختلف في الصخور المختلفة . فبينما هي ٣٠٠ متر في الثانية في الرمال المتفككة ففي الجرانيت تبلغ ٣٠٠٠ متر . وقد ساعدت هذه الملاحظات على التكهن بشيء كبير من الدقة عن الحالة التي عليها جوف الأرض .

### اسباب حدوث الزلازل

إذا تركنا جانباً الهزات المحلية التي تحدث أحياناً في بعض البلاد نتيجة تقويض سقف بعض الكهوف في طبقات الصخور الجيرية يمكننا ارجاع الهزات الأرضية الى أحد سببين : —

(الأول) . التفاعلات البركانية . وهذه كما قدمنا قد يصحبها اهتزاز في الأرض يتناول مناطق واسعة محيطة بمكان البركان . على أن هذا نوع خاص من الزلازل فلا يمكن تفسير جميع الزلازل على اعتبار أن لها علاقة بالبراكين . ففي اليابان حيث يتكرر حصول الزلازل ثلاث أو أربع مرات يومياً بلا انقطاع لا توجد من البراكين ما يمكن ارجاع اسباب هذه الزلازل اليها . كما أن الزلازل المتكررة التي حدثت في منطقة مسينا بجيزة صقلية الايطالية لم تكن مصحوبة بأي تغيير في حالة البراكين القريبة منها وهي اتنا وسترومبولي . كذلك زلازل سان فرانسيسكو والأندلس هي أبعد ما تكون من المناطق البركانية .

(الثاني) . تقلصات القشرة الأرضية التي تنتج تجمعها وانغمرها . فقد

دلت المشاهدات العديدة على أن أغلب الزلازل الكبرى تحدث حيث القشرة الأرضية مجمدة في تجاعيد هامة كان من نتائجها تكوين سلاسل الجبال العظيمة

كذلك حيث انفلقت القشرة الأرضية في فوالق كبرى . وهذا ما يجعل القشرة الأرضية في حالة غير ثابتة ويؤدي الى انزلاق وهبوط اجزاء كبيرة منها ومن ذلك تتسبب الزلازل . يعزز هذا الرأي التوزيع الجغرافي للزلازل العامة كما في الشكل رقم ٨٥ .

ولو أن الزلازل يشعر بها على التقريب في جميع أنحاء العالم الا أن هنالك منطقتين معينتين يغلب فيها حدوث الزلازل العنيفة: احدهما تحيط بالمحيط الهادى والأخرى تمتد من شواطى البحر الابيض المتوسط مارة بسفوح جبال البرانس والألب ثم الكرپات والقوقاز والهملايا ومنها الى جزائر الهند الشرقية . وفي هاتين المنطقتين قد تجعدت القشرة الأرضية في العصور الجيولوجية الأخيرة فكان من جراء هذا التجميد تكوين سلاسل الجبال العظمى وهبوط أحواض البحر الأبيض والمحيط الهادى . ويظهر أن القشرة الأرضية في هذه المناطق لم تبلغ بعد حالة الثبات فهي عرضة للانفلاق والانزلاق .

### التقلصات البطيئة في القشرة الأرضية

قدمنا أن القشرة الأرضية غير ثابتة وتكلمنا عن نوع من الحركة أو الاهتزازات تنتابها من وقت لآخر في مناطق معينة قد يكون لها أثر محسوس . على أن القشرة ينتابها غير ذلك نوع آخر من الحركة البطيئة لحد يجعلنا لا نحسها ولا يمكننا رصدها بالآلات ما . على أننا في مقدورنا الاستدلال على وجودها من الأثر الذى تتركه في وجه الأرض بعد استمرارها لمدة طويلة . والشواهد تدل على أن هذه الحركة قد حدثت في مناطق مختلفة من أوائل العصور الجيولوجية ولا تزال تعمل حتى الآن . وسنأتى الآن على بعض أمثلة من نتائجها للتدليل عليها : —



المنسوب الاساسى (Datum Plane) . لما كان أهم أثر لهذه الحركة هو ارتفاع

أو خفض أجزاء من القشرة الأرضية بالنسبة لأجزاء أخرى فلا بد من البحث عن منسوب ثابت تنسب إليه الأجزاء المختلفة من سطح الأرض . وقد وجد أن خير منسوب يصلح لأن يتخذ قاعدة هو منسوب سطح البحر ( seal-evel ) . ولذلك كانت المناطق الشاطئية أفضل من غيرها للاستدلال على وجود هذه الحركة إذ فيها يمكن تقرير ما إذا كان قد حدث انخفاض أو ارتفاع في الأرض بالنسبة للمنسوب البحر .

أدلة ارتفاع الأرض بالنسبة لمنسوب البحر — قدما عند التكلم عن البحار

كعامل من العوامل المؤثرة في سطح الأرض أن لشواطئها خواص تميزها عن غيرها من سطح الأرض . فعندها تتكون أكوام من الحصى والرمال وعندها تتكاثر بعض أنواع المحارات التي تنقب في الصخور وقد تنمو بقربيها مستعمرات الشعاب المرجانية كما أنه قد ترى على امتدادها كهوف قطعها الأمواج في الصخور إلى غير ذلك من الخواص التي يعرفها من زار شواطئ البحار .

هذه الصفات قد تجتمع كلها أو بعضها في خطوط ممتدة في محازاة الشواطئ . الحالية ولكنها تعلو عن هذه بارتفاع معين . فيمكن استنباط أنه في وقت ما كان منسوب الأرض أقل مما هو الآن بالنسبة للبحر أي أن الأرض قد رفعت عما كانت عليه منذ أن تكونت هذه الرواسب الشاطئية المرفوعة ( Raised-beaches ) . ومن أحسن أمثلة هذه الشواطئ المرفوعة ما يرى على جانبي خليج السويس والبحر الأحمر حيث نرى على ارتفاع خمسة أمتار من الشواطئ الحالية شريطاً ممتداً من الرواسب الشاطئية تكونت عتبة أو جرفاً قليل الارتفاع ولكنه بعيد عن أقصى منسوب يصله ماء البحر في أعلى درجات المد . هذا الشريط مكوّن إما من مستعمرة من الشعب المرجاني تماثل ما ينمو الآن على الشاطئ الحالي ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة التاسعة عشرة ) . وإما من أكوام من الحصى المستدير

المصقول تختلط بها محارات وبقايا حيوانات بحرية تشبه ما يرى منها على الشاطئ في الوقت الحاضر .

ومن الأمثلة التي يستدل منها على وجود حركة الرفع والخفض حتى في العصور التاريخية خرائب معبد سيرابس ( Serapis ) القديم قرب مدينة نابولي بجنوب إيطاليا . بين هذه الخرائب ثلاثة أعمدة لا تزال قائمة يرى على ارتفاع عشرين قدما من قواعدها أثر ثقب محارات بحرية من نوع ( Lithodomus ) وهي المعروفة على شواطئ إيطاليا الحالية . يستدل من هذه الثقوب على أنه بعد أن شيد المعبد هبطت الأرض حتى طفا عليها البحر فغطى هذه الأعمدة لارتفاع عشرين قدما ومكث على هذه الحالة مدة سمحت للمحارات بثقب هذه الثقوب . على أن الأرض ارتفعت ثانية فعاد البحر وانقشع عن المعبد مرة أخرى .

ولقد تنبه سكان بلاد اسوج لهذه الظاهرة منذ القدم فثبتوا أوتادا على طول امتداد بعض شواطئهم الشمالية فاتضح لهم بعد مدة أن هذه الأوتاد أصبحت أعلى من منسوب البحر بحيث لا يبلغها حتى في أقصى مداه . وقد قدر الارتفاع في تلك الأثناء بنحو قديمين في مائة عام .

أول منسوب الأرض بالنسبة لمنسوب البحر — توجد في جنوب بلاد اسوج

أيضا بلدة اسمها مالو ( Malmo ) وقد غمرت أجزاءها القديمة مياه البحر بحيث غطت بعض شوارعها وارتفعت في جدران منازلها . ولا شك أن هذا الجزء من المدينة عندما بنى في أول الأمر كان أعلى من منسوب البحر على أن الأرض هبطت فتقدم البحر ليغمر جزءا منها .

كذلك على الشواطئ الشرقية لانكلترا ترى بعض مبان كالكنائس تغمرها مياه البحر لحد ما . ولا شك أنها شيدت في أول الأمر على الأرض اليابسة على أن هبوط الأرض أدى لانفجارها تحت مياه البحر .

وهناك قرب هذه الشواطئ نفسها ما يسمونه الغابات المغمورة (Submerged forests) اذ ترى تحت سطح البحر بقايا أشجار لا تزال قائمة في التربة الزراعية الأصلية



( اللوحة ١٩ )



( أ ) جزء من الشاطئ المرجاني الرفع على مقربة من شاطئ خليج السويس .



( ب ) جزء من النابت المنسوجة على الشواطئ المصرية بإسكندرا .



تغطيها رواسب الشواطئ الحالية . ولا شك أن هذه كانت في عصر جيولوجي سابق غابات مزدهرة انخفضت رويداً رويداً حتى انغمرت تحت مياه البحر الذي التي عليها برواسبه من رمال وطين . ( أنظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة التاسعة عشرة ) .

وهناك ظاهرة طبيعية لا يمكن تعليلها الا على اعتبار هبوط قاع البحر قرب الشواطئ . ذلك أن دالات بعض الانهار الكبرى كالميسيسي مثلًا قد أظهرت أنابيب الآبار فيها مكوّنة من رواسب سميكة جداً قد تفوق آلاف الاقدام وكلها رواسب تدل خواصها على أنها رسبت في مياه قليلة العمق . فلا يمكن تفسير هذا السمك إلا على افتراض أن قاع البحر كان يهبط بسرعة تعادل سمك الرواسب التي رسبت فيه . فباستمرار الهبوط والرسوب أمكن لهذا السمك العظيم من الرواسب الشاطئية أن يتكون .

### دلائل الارتفاع والهبوط في داخل القارات — لا يقتصر الارتفاع

والانخفاض طبعاً على المناطق الشاطئية بل لا بد أنه حاصل في مختلف أجزاء القشرة الأرضية بقطع النظر عن موقعها الجغرافي . على أنه كما قدمنا يصعب الاستدلال عليه في داخل القارات لعدم وجود مذهب ثابت يمكن القياس به . ومع ذلك فقد لوحظ رفع أجزاء من شواطئ بعض البحيرات الكبرى في شمال أمريكا مثل بحيرات ( Erie , Superior ) مع انخفاض أجزاء أخرى من هذه الشواطئ .

كذلك يؤكدون أنه في بعض المناطق الجبلية قد ترتفع بعض أجزاء من الجبال فتصبح مرتبة لأهل قرية كانت تحجبها عن أسلافهم قمة جبل آخر بينهما . على أن هذا الدليل مشكوك فيه إذ قد تكون التعرية في البقية المتوسطة هي السبب في رؤية ما كانت تحجبه من قبل .

هذه الأدلة التي أوردناها تقم البرهان على أن هذه الحركة مستمرة الآن أو

أنها حدثت في عصور جيولوجية متأخرة. على أن هناك ما يدل على أن هذه الحركة قد أثرت في القشرة الأرضية منذ بدء العصور الجيولوجية الأولى. وذلك أن الصخور الراسبة المكونة لبعض أجزاء القشرة الأرضية قد تكونت في الغالب تحت سطوح البحار. يشهد بذلك ما تحتويه من بقايا حيوانات ونباتات بحرية هي المعروفة بالحفريات (fossils). وقد تتكون من بعض هذه الصخور الراسبة قمم أعلى جبال على سطح الأرض. فالذي أدى بهذه الصخور التي تكونت على قيعان البحار لأن ترتفع حتى تكون أعلى جبال في الأرض هي لا شك حركة عظيمة قد انتابت القشرة الأرضية فأحدثت بها هذا التغير العظيم. ومن يتتبع التاريخ الجيولوجي للقشرة الأرضية يجد أن مثل هذا قد تكرر حصوله في جميع العصور. فكم من أحواض بحرية عميقة رُفعت بفضل هذه الحركة البطيئة المستمرة فأصبحت جبالا عادت عليها عوامل الطبيعة فقطعت فيها الوديان والسهول. يقابل ذلك هبوط جبال عالية حتى صارت تغطي صخورها مئات الأمطار من مياه البحار.

والواقع أن هذه الحركة البطيئة غير المحسوسة التي تعمل باستمرار في القشرة الأرضية أغلب الفضل في تكوين الظواهر الأساسية في سطح الأرض. فإذا كانت السهول والوديان وبعض الجبال والظواهر التفصيلية الأخرى قد تكونت وتكيفت بفعل عوامل كالرياح والأمطار والأنهار فان بروز القارات العظمى ورفع سلاسل الجبال الكبرى وهبوط أحواض البحار والمحيطات ترجع كلها لهذه الحركة في القشرة الأرضية.

وهي حركة ناشئة من تغييرات أساسية تجرى بلا انقطاع في جوف الكرة الأرضية. إذ تشير الدلائل الجيولوجية جميعا الى أن جوف الأرض منذ أن أصبحت كوكبا مستقلا هو في انكماش ببطء مستمر. وإذا انكش الجوف فلا بد للقشرة الخارجية أن تتبعه وهذا ما يجعل هذه القشرة تحت ضغط يؤدي لتجمد طبقاتها وانشائها وانفلاقها. يشبه ذلك ما يحدث لتفاحة تركت فجفت وانكشمت ونالها

العطب فان القشرة تنكش وتنفلق وقد تهبط أجزاء منها فيما يحدثه العطب تحتها من فجوات .

### ميل طبقات الصخور الراسبة

قد ترتفع أجزاء من قيعان البحار وتحتفظ الرواسب التي تكونت عليها بأقيمتها فتبدو على سطح الأرض في طبقات أفقية من الصخور الراسبة . على أن الغالب أن هذا الرفع يصحبه ميل الطبقات أو انثناءها وتجميعها . ولولا تجميع القشرة الأرضية لبقيت معلوماتنا عنها قاصرة على ما يبدو على سطحها من طبقاتها الحديثة العليا ولظل التاريخ الجيولوجي غامضا لا حلقاته الأخيرة . أما وقد تجعدت القشرة الأرضية فقد يبدو على سطحها أقدم صخورها رغم ما كان يعاوها مما تكونت فوقها من طبقات أحدث منها . وقد أصبحت بفضل هذا التجعيد دراسة ما يبدو على سطح الأرض من طبقات الصخور كفيلا بأن تنبئنا عما استتر منها في باطن الأرض فتم لنا بذلك تتبع الحوادث المسكونة لتاريخ الأرض الجيولوجي وأصبح البحث عما تكنه الأرض في باطنها من ثروة معدنية تنظمه قواعد علمية صحيحة .



وأبسط مظاهر انثناء الطبقات أن تميل عن الأفق في اتجاه معين كما في الشكل رقم ٨٦ .

( شكل ٨٦ )

ويعبرون بلفظ ميل الطبقة (Dip)

عن الزاوية التي بين الأفق ومستوى الطبقة . لتوضيح ميل الطبقات من الأفق واتجاهها ، ولفظ اتجاه الطبقة ( Strike ) عن خط تقاطع الأفق بمستوى الطبقة . فالأجاه إذن هو الخط الأفقي في الطبقة المائلة بينما الميل هو الزاوية التي بين الأفق وخط على الطبقة عمودي على اتجاهها ( انظر الشكل رقم ٨٦ ) .

ولابد لتحديد أوضاع طبقات الصخور عند إجراء المساحات الجيولوجية من تحديد اتجاه الطبقات وميلها . فإذا كانت الطبقات أفقية أى لا ميل لها كانت زاوية الميل صفرا وإن كانت رأسية كانت زاوية الميل ٩٠ درجة فإذا كانت وسطا بين الأفق والرأى كانت زاوية الميل ٤٥ درجة وهلم جرا .

ولقياس زاوية الميل تستعمل آلة بسيطة أسمها الكلينومتر ( Clinometer ) أو مقياس الميل .  
وهي على أنواع كثيرة أبسطها عبارة عن مسطرة عريضة مثبتة في وسطها نصف دائرة من النحاس .



مقسمة الى درجات كتقسيم المنقلة المستعملة في الرسم  
إلا أن الصفر في هذه الحالة في الوسط والتقسيم  
الى ٩٠ درجة في كل من الناحيتين ( أنظر  
الشكل رقم ٨٧ ) . ومعلق من محور الدائرة بدول

صغير يدور بسهولة على محوره وينتهي في أسفله ( شكل ٨٧ ) الكلينومتر أو مسجل الميل  
بسهل بحيث اذا وضعت المسطرة وضماً أفقياً أشار السهم الى الصفر فاذا وضعت وضماً مائلاً عن  
الافق بي السهم رأسياً وأشار الى رقم الزاوية المساوي لهذا الميل .  
والطريقة العملية لقياس ميل الطبقة هي أن يحدد أولاً اتجاهها بواسطة البوصلة ثم ينتخب خط  
عمودي على هذا الاتجاه . فاذا وضع الكلينومتر على هذا الخط فإن السهم يشير الى درجة الميل .  
وهناك أنواع من الكلينومتر تجمع فيها البوصلة والكلينومتر تسهلاً للاستعمال .

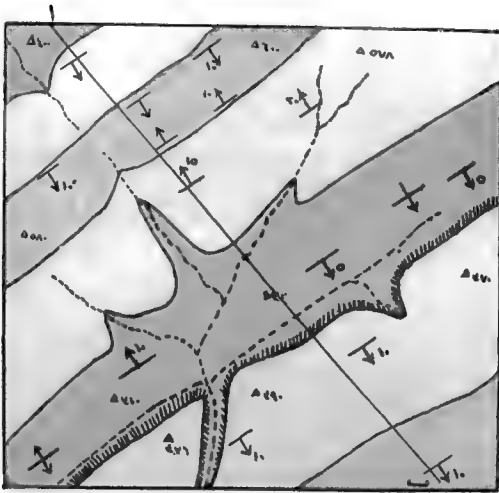
أما ما يبدو على السطح من أى طبقة من الصخر فيسمى بروزها ( Outcrop ) .  
فاذا كانت الطبقة العليا أخفت ما تحتها على طول امتدادها . وبمجرد اثناء  
أى مجموعة من الطبقات يظهر بروز كل واحدة منها تلو الأخرى . فاذا كان سطح  
الأرض الذى تبرز فيه هذه الطبقات سهلاً منبسطاً فإن بروز كل طبقة يكون هو  
اتجاهها . أما في حالة وجود تغاير في سطح الأرض كالجبال والوديان فإن  
البروز يكون مستقلاً عن الاتجاه وقد يكون عمودياً عليه . وعلى ذلك فالخرائط  
الجيولوجية يُحدّد عليها بروز كل طبقة أو مجموعة من الطبقات ويبين على ذلك اتجاه  
الطبقة بخط قصير وميلها بسهم عمودى على هذا الخط مرقوم بقيمة زاوية الميل .  
( كما في النموذج الخريطة باللوحه العشرين ) .

ومن هذه الخرائط يمكن عمل قطاعات جيولوجية تبين التركيب الجيولوجى  
لأى جزء من المنطقة . فالشكل الأسفل باللوحه العشرين هو القطاع الجيولوجى  
للجزء من الأرض الواقع على الخط ١ - ب في النموذج الخريطة .

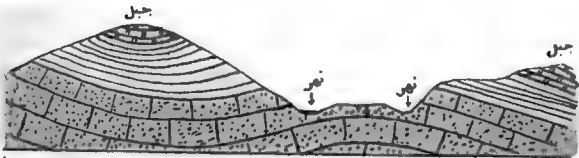
### الانثناء والتجميع ( Folding )

إذا أتبع لنا أن نتتبع طبقة أو مجموعة من الطبقات المائلة نجد أن هذا الميل  
الذى يبدو عليها في جزء من امتدادها ما هو الا جزء من انثناء تنشئ فيه الطبقات .

(اللوحة ٢٠)



انوارنج منجر الطة تجو لوجية



فَطَرِ اِصْرَاجَ تَرْتِيبِ الطَّبَقَاتِ اَعْلَى طَوْلِ الْخَطِّ ا - ب





كما تتثنى قطعة من القماش اذا ضغطت من الجانبين . هذه الانثناءات تتركب من أجزاء محدبة كالقواء تنالها أجزاء أخرى مقعرة كالأحواض . فالطبقات من جراء ما يقع عليها من الضغط الناشئ عن حركة الانكماش التي تكلمنا عنها تكتسب



تموجات كتموجات المياه عند تحريكها ( انظر الشكل

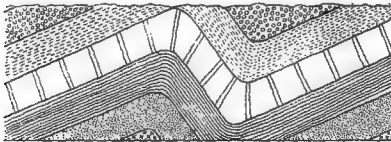
رقم ٨٨ ) .

( شكل ٨٨ ) لبيان تجعيد الطبقات في طيات مقعرة وأخرى محدبة فالجزء المحدب من هذه الطيات حيث الطبقات تميل في اتجاهين متضادين بالنسبة الى محور أقي هو أشبه شئ ، بعقد البناء ويطلق عليه لفظة الطية المحدبة ( Anticline ) . وهذه تبين على الخريطة الجيولوجية بمجموعتين متضادتين من خطوط الميل . كما في النموذج الخريطة باللوحة العشرين .

أما الجزء المقعر من هذه الطيات حيث الطبقات تميل في اتجاهين متقابلين في محور بينهما فهذا أشبه شئ بالقناة ويطلق عليه لفظة الطية المقعرة ( Syncline ) وتبين على الخريطة الجيولوجية بمجموعتين متقابلتين من خطوط الميل كما في النموذج الخريطة باللوحة العشرين .

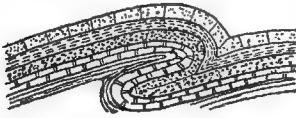
وتختلف هذه الطيات حجما فقد تكون عريضة بحيث تتناول منطقة كبيرة من الأرض . وقد تكون صغيرة بحيث يرى جانبها في جرف صغير أو حفرة .

كما أنها تختلف عن بعضها باعتبار درجة الميل على الجانبين . فإذا كانت الطبقات تميل بدرجة واحدة على جانبي المحور فتكون الطية سواء أكانت محدبة أو مقعرة متناسبة ( Symmetrical ) كما في الشكل رقم ٨٨ . وتكون غير متناسبة ( Asymmetrical ) اذا كان الميل في جانب منها أكثر من ميل الجانب الآخر كما في الشكل رقم ٨٩ .



( شكل ٨٩ ) قطاع يوضح طيات غير متناسبة

وقد يزيد مقدار عدم التناسب في الطيات بحيث يزيد الميل في أحد جانبيها عن ٩٠ درجة فيقال



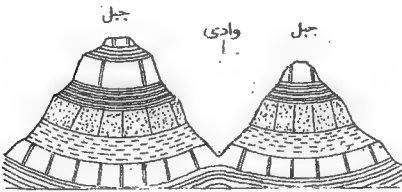
طية مائئة أو نائمة (Recumbent) أو (Overturned). وفي أمثال هذه الطيات يتقلب تعاقب الطبقات فقد تصبح بعض الطبقات الحديثة تحت طبقات أقدم منها كما في الشكل رقم ٩٠.

(شكل ٩٠) قطاع يوضح الطية النائمة

وقد تميل الطبقات من جميع نواحيها نحو نقطة متوسطة فتصبح الطبقات كأنها حوض مستدير وتسمى حوض (Basin).

كذلك قد تميل الطبقات في الجهات الأربعة من نقطة متوسطة فتصبح كأنها قبة وتسمى قبة (Dome).

ومن أمثلة هذا التركيب الأخير جبل أبو رواش القريب من اهرام الجيزة . وقد تتكون قمم بعض الجبال من طبقات منثنية في طية محدبة وتتكون بطون الوديان التي بينها في طبقات مقعرة الاثناء على أن العكس هو الأغلب . فقد تكون قمم الجبال من طبقات منثنية في طيات مقعرة وقد تقطع الأنهار وديانها في طبقات من الصخر منثنية في طيات محدبة . كما في الشكل رقم ٩١ .



(شكل ٩١) قطاع يوضح أن الوديان قد تكون في طبقات محدبة والجبال في طبقات مقعرة ذلك لأن أغلب الجبال والوديان يرجع تكوينها لعوامل التعرية التي أسلفنا ذكرها وهذه لا علاقة لها بما ينتاب القشرة الأرضية من تجعبد وإثناء . ومن أحسن أمثلة الجبال المكونة من طيات محدبة بعض الجبال المعروفة في

(اللوحة ٢٩)



مدخل وادي أم سعيد بجبل اللج في شمال شبه جزيرة سيناء. يوضح تجويف الجيوت السكونية لذلك الجبل



شمال شبه جزيرة سينا كجبل اليلج والحلال كما في الصورة الفوتوغرافية باللوحة الحادية والعشرين .

### الفوالق (Faults)

يحدث الانثناء والتجعيد في طبقات الصخور من جراء الضغط الجانبي الواقع عليها نتيجة الحركة التي تكلمنا عنها . على أن هذه الحركة نفسها قد تنتج بدل الضغط شداً (Strain) فإذا بلغ هذا الشد حداً لا تحتمله الصخور انفلقت فيهبط جانب أو يرتفع الآخر وهذا هو الفالق (fault) . على أن الانفلاق قد يحدث أيضاً من جراء الضغط اذا بلغ حداً يفوق ما يحتاجه الصخر من الانثناء . وقد رأينا فيما تقدم كيف أن الزلازل الشديدة قد تكون سببا في حدوث الفوالق .

فالفالق هو شق في القشرة الأرضية مصحوب باختلاف في منسوب جزئين .



(شكل ٩٢) قطاع يوضح تأثير الفالق في طبقات الصخور .  
د - زمية الفالق      هـ - الزحف الجانبي

من طبقات صخرية على جانبيه .  
( انظر الشكل رقم ٩٢ والصورتين الفوتوغرافيتين باللوحة الثانية والعشرين ) .

والفالق على الصخور أتران : —

( أولاً ) تغيير رأسي في المنسوب أى هبوط جزء من الصخر بالنسبة للجزء الآخر . ومقدار هذا التغيير يسمى رمية الفالق ( throw ) .

( ثانياً ) تغيير أفقي في وضع الطبقات أو زحف جانبي (lateral shift) . وقد يكون مستوى الفالق رأسياً فيقتصر أثره على تغيير المنسوب رأسياً وقد يميل عن الرأسى فيزداد الزحف الجانبي الناشئ عنه . ( انظر الشكل رقم ٩٢ ) . والفوالق نوعان : فوالق عادية ( Normal ) وهي الناتجة عن شد الطبقات وفيها تكون الرمية في اتجاه ميل الفالق كما في الشكل رقم ٩٢ . وفوالق معكوسة .

(Reversed) وهي الناتجة عن ضغط جانبي وفيها تكون الرمية في اتجاه مضاد لميل الفالق كما في الشكل رقم ٩٣ .



(شكل ٩٣) قطاع يوضح الفالق العكوس وتأثيره في طبقات الصخور

ففي هذه الحالة اذا كان ميل الفالق كبيرا بحيث يقرب مستواه من الأفقي كان من أثره زحف جانب على الآخر (Overthrust) فتعلمو بعض الطبقات طبقات أخرى أحدث منها .

وقد تكون الفوالق صغيرة قليلة الأثر فلا تمتد الا لأمتار قليلة وتكون رمياتها لا تتعدى بضعة سنتيمترات أو أقدام . بينما تبلغ بعض الفوالق مدى كبيرا فتخترق القشرة الأرضية على مسافة تقدر بأميال عديدة وتكون خطوطها مستقيمة أو ملتوية . كذلك قد تبلغ رمياتها مئات أو آلاف الأمتار .



(شكل ٩٤) قطاع للعالق المدرج

وتحدث الفوالق عادة في مجموعات متوازية فإذا كانت رمياتها في اتجاه واحد سميت الفالق المدرج (Step-fault) . (انظر الشكل رقم ٩٤) .

وقد يرمى بعضها الطبقات في ناحية ويرمى البعض الآخر الطبقات عينا في اتجاه مضاد . ينتج عن ذلك تركيب يسمى الفالق الحوضي (Trough-fault) (انظر الشكل رقم ٩٥) .

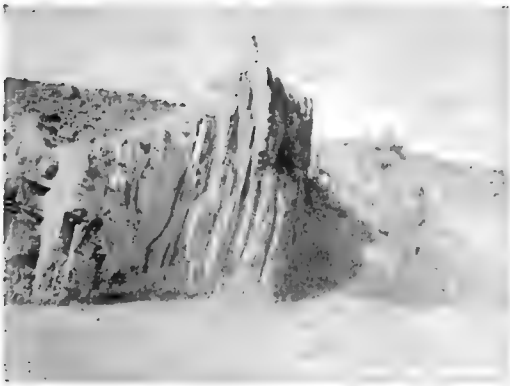


وتصحب خطوط الفوالق عادة ظواهر في الصخور التي تقطعها أهمها انصقال جوانبها

(Slickensides) وذلك من جراء الاحتكاك الواقع (شكل ٩٥) قطاع الفالق الحوضي

بين الصخور المكونة لجانبي الفالق من جراء حركة هبوط احدهما بالنسبة لآخر . كذلك تكوين صخور مهشمة بريش (Breccia) مكونة من قطع من الصخور المكونة للجانبين تهشمت عند الانفلاق واختلطت ببعضها ثم تماسكت بما رسب بين جزيئاتها من مواد زاسبة .

(اللوحة ٢٢)



(أ) فالق بين طبقات المعصر الطباشيري (يمينا) وطبقات المعصر الايوسيني (شمالا)  
وترى الطبقات الوانمة في طريق الفالق رأسيه (وسط الصورة) - سيناء



(ب) فالق بين طبقات المعصر الطباشيري (شمالا) وطبقات المعصر الايوسيني (يمينا) . شبه جزيرة سيناء





ولما كانت شقوق الفوالق قد تخترق القشرة الأرضية لمسافات بعيدة فقد تصعد فيها مياه معدنية تؤدي لرسوب مواد كالكلسيت في عروق تملأ الشقوق الجانبية للفالق .

وقد تكون الفوالق سببا في حدوث بروز في وجه الأرض فتتكون بسببها بعض الجروف أو الأحواض على أن هذا الأثر يغلب أن تعدو عليه عوامل التعرية المختلفة فتمحوه فلا يترك الفالق وراءه أى ظاهرة جغرافية تدل على وجوده ولا بد للتعرف عليه من بحث الطبقات التى تأثرت به . .

ومن الظواهر الجغرافية التى يرجع سبب تكوينها للفوالق حوض البحر الأحمر وخليج السويس الذى تحدده من الجانبين خطوط من الفوالق أنتجت هبوط شريط من سطح الأرض بين سلاسل جبلية على الجانبين. كذلك يعزى جزء من حوض نهر الرين الى مثل هذا السبب .

هذا ويرى التجميد والانفلاق فى طبقات الصخور على أشده فى سلاسل الجبال العظمى التى تكونت فى العصور الجيولوجية المتأخرة كالآلب والبرانس والهملايا التى كان السبب الأول فى رفعها حركات أرضية هامة. فهى مكونة من طبقات مجمدة ومنفصلة قد أثرت فيها عوامل التعرية المختلفة فأزالت بعض البروز وملأت بعض المنخفضات فزادت فى تعقيد تركيبها ( انظر الشكل رقم ٩٦ ) .



( شكل ٩٦ ) قطاع لجزء من جبال الالب يوضح التجميد الذى انتاب طبقات الصخور المكونة لها .

## الباب الرابع

### التاريخ الجيولوجي للكرة الأرضية

قدمنا في الباب الثاني من هذا الكتاب وصفا لما تتركب منه القشرة الأرضية من معادن وصخور وأتينا فيه على طرق تكوينها المختلفة. ثم عقبنا في الباب الثالث ببيان العوامل الطبيعية الخارجية والداخلية التي تؤثر الآن كما كانت تؤثر دائما في الماضي في هذه القشرة فأحدثت فيها ما أحدثت من تغيير أدى بها الى حالتها التي نعرفها الآن. فمن اليسور اذن الحصول على فكرة صحيحة عن الحوادث التي تعاقبت على سطح الأرض من دراسة الصخور المكونة لها .

وبدئى أن التاريخ الجيولوجي للكرة الأرضية لن تنتظم سلسلة حلقاته الا بعد أن يتم الفحص الدقيق للقشرة الأرضية في جميع اجزائها. وهذا هو الذي لم نصل اليه بعد . وسيطلب من بنى الانسان مجهودا كبيرا شاملا لجميع أجزاء الكرة الأرضية في سنين طويلة .

ولم تبلغ معلوماتنا الجيولوجية حداً يقرب من الكمال الا في مناطق محصورة بلغت مدينة ساكنيها حداً توافرت معه أسباب البحث العلمى الصحيح فبدلت جهود قيمة لفحص أراضيها فحسا جيولوجيا دقيقا. أما الجزء الأكبر من سطح الأرض فإما مجهول بتاتا أو أجريت فيه بحوث سطحية عامة . ولهذا فان هذا الفرع من الجيولوجيا لا يزال في مهد طفولته وهو ينمو ويزدهر بفضل انتشار المدنية وما يصحبها من مباحث علمية صحيحة .

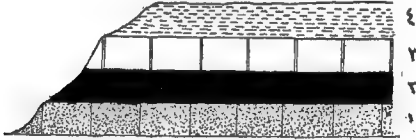
وعلى الرغم مما تقدم فان ما تمت دراسته حتى الآن قد أثار سبل البحث بفضل ما تقرر من قواعد ثابتة صحيحة . وقد أصبحت النقاط الأساسية من تاريخ الكرة

الأرضية مقررّة ثابتة. والذي ينقصنا هو تطبيق هذه القواعد الأساسية وتحقيقها في مختلف مناطق الأرض. وللوصول الى تقرير تعاقب الحوادث الجيولوجية في أى بقعة ما لا بد من أمرين : —

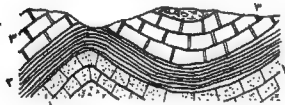
( أولا ) تقرير ترتيب تعاقب الصخور المكونة للقشرة الأرضية فيها .  
 ( ثانيا ) دراسة كل من هذه الصخور دراسة دقيقة لتعرف الظروف التي أحاطت بتكوينها وما تأثرت به بعد ذلك من عوامل .  
 ولتقرير ترتيب التعاقب في الصخور قواعد ثابتة تختلف في الصخور الراسبة .  
 عنها في الصخور النارية .

### قانون تعاقب الطبقات ( Law of Superposition )

القاعدة الأساسية في الصخور الراسبة أن كل طبقة أحدث مما تحتها وهذا ما يسمونه قانون تعاقب الطبقات . ففي الشكل رقم ٩٧ الطبقة المرقومة برقم ١ هي أقدم من الطبقتين المرقومتين برقمي ٢ و ٣ وهلم جرا .



( الشكل ٩٧ ) قطاع يوضح قانون التعاقب وتطبيقه في الطبقات الأفقية  
 ولا يقتصر تطبيق هذه القاعدة على الطبقات الأفقية بل يتناول أيضا الطبقات المنثنية والمجعدة كما في الشكل رقم ٩٨ . على أن هناك بعض حالات تجعل تطبيق

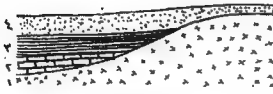


هذا القانون محاطا بشيء من الشك  
 وتدعو لشدة الحذر والالتجاء الى  
 طرق أخرى للتحقق من صحة

( الشكل ٩٨ ) يوضح تطبيق قانون التعاقب  
 على الطبقات المجعدة

التعاقب .

من ذلك ما يحدث على حواف الأحواض التي تكونت فيها الصخور الرسابية إذ تتخطى كل طبقة ما تحتها من الطبقات (Overlap) كما في الشكل رقم ٩٩ .  
فاننا في جزء منه نرى التعاقب ١ و ٢ و ٣ و ٤ وفي جزء آخر ١ و ٣ و ٤ وفي جزء ثالث ١ و ٤ .



(شكل ٩٩) قطاع يوضح تخطى الطبقات العليا على ما تحتها عند حواف أحواض الرسوب

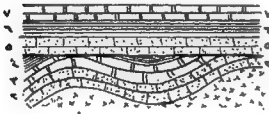
فإذا اقتصر بحثنا على نقطة واحدة من هذا القطاع فقد فضل عن تقرير التعاقب الحقيقي للصخور فيها . فلا بد لذلك من أن يتناول البحث مساحة كاملة لجزء كبير من المنطقة .

وهناك حالة أخرى فيها يتغير تركيب الطبقة الواحدة من جزء لآخر . إذ كثيراً ما يلاحظ أن طبقة رملية إذا تتبعناها على طول امتدادها ألفتها تغيرت تدريجاً إلى طينية كما في الشكل رقم ١٠٠ وهي خاصة تلازم أغلب الصخور المكونة قرب الشاطئ . فإذا تعرضت مثل هذه المجموعة من الطبقات لموامل الترية فادت إلى أحداث



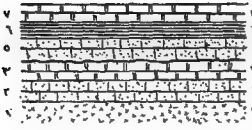
ثغرة كواد مثلاً بين جزأى الطبقة الوسطى كما في الشكل رقم ١٠٠ فإن اختبار القطاع على جانبي الوادي قد يؤدي إلى تقرير تعاقب يختلف في (شكل ١٠٠) قطاع يوضح الاختلاف في التعاقب نتيجة تغير الطبقة الواحدة على طول امتدادها الحاليين .

وهناك حالة أخرى هي عدم التوافق (Unconformity) بين مجموعتين متتاليتين من الطبقات كما في الشكل رقم ١٠١ حيث نجد مجموعتين من الصخور أحداها وهي السفلى مكونة من الطبقات ٤-١ والثانية وهي العليا مكونة من الطبقات ٧-٥ . ويحدث عدم التوافق في الطبقات بأن يستمر الرسوب أولاً فتتكون المجموعة



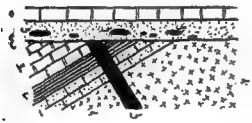
(شكل ١٠١) قطاع يوضح عدم التوافق بين مجموعتين من الطبقات

الأولى ثم يعقب ذلك تغلصات أرضية ترفع هذه الطبقات إلى السطح فيقف رسوب طبقات أخرى فوقها . وقد تتجدد هذه المجموعة الأولى ثم يتعرض سطحها لموامل الترية . وأخيراً تعود فتعطب المنطقة مرة أخرى وترسب فوق سطح المجموعة الأولى طبقات المجموعة العليا حتى إذا فحصنا جزءاً من القطاع نجد التعاقب فيه ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ وفي جزء ثالث ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ . وقد يكون عدم التوافق غير مصحوب باختلاف في الوضع بين طبقات المجموعتين وذلك لبقاء المجموعة الأولى على أقيمتها على الرغم من رفعها



و تكون النتيجة الوحيدة هي ضياع طبقة أو أكثر من الطبقات العليا للمجموعة السفلى بالتسوية . كما في الشكل رقم ١٠٢ حيث الطبقة ٤ قد ازاحتها عوامل التسوية . وفي مثل هذه الحالة الأخيرة لا بد من الالتجاء الى الحفريات (fossils) والى

المقارنة بمناطق أخرى قبل البت في أمر (شكل ١٠٢) قطاع يوضح عدم التوافق بين مجموعتين من الطبقات مع بقائها جميعا على أقيمتها .  
فما تقدم نرى أن قانون التعاقب هو الأساس الأول في تقرير ترتيب تعاقب الطبقات الا أنه لا بد من الالتجاء الى شيء آخر يكمل ما يعتوره من نقص وقصور وللمقابلة ما قدمنا من احتمالات . وهذا الشيء الآخر هو الحفريات وسنتكلم عليها بعد .  
أما فيما يختص بالصخور النارية فالقواعد الثلاثة الآتية تساعدنا على تقرير العمر النسبي لبعضها وللصخور الراسبة التي قد تصحبها : —



(شكل ١٠٣) قطاع يوضح العمر النسبي للصخور النارية والصخور الراسبة

(١) اذا وجد صخر نارى متدخلا فى صخر راسب أو فى صخر نارى آخر فالصخر المتدخل هو طبعا أحدث من الصخور التى تدخل فيها كما فى شكل ١٠٣

(٢) اذا تقاطع سدان أو (ج) جرائت (س) سد نارى (١-٥) طبقات راسبة



(شكل ١٠٤) قطاع يوضح العمر النسبي للصخور النارية. (١) كتلة صخر نارى (ب) سدود نارية (ج) سدود نارية أخرى

عرقان من الصخور النارية فالقاطع أحدث من المقطوع كما فى الشكل ١٠٤  
(٣) اذا احتوى صخر قطعا من صخور أخرى فهذه القطع لصخور أقدم من الصخر الذى يحتوىها . كما فى الشكل ١٠٣ .

### الحفريات (Fossils)

الحفريات أو البقية اصطلاحاً للدلالة على كل شيء من أضل عضوى نباتى أو حيوانى دفن ضمن الرواسب المكونة للصخور الراسبة وقت تكوينها .

ولتكوين الحفريات فى أول الأمر لابد من توافر شيئين :-

(أولاً) أن تدفن البقايا العضوية بمجرد موتها فى رواسب تجميعها من الاندثار . من ذلك نجد أن الحيوانات والنباتات العائشة على سطح الأرض اليابسة هى أقل حظاً فى تكوين الحفريات من الحيوانات والنباتات البحرية لأن الأولى تموت فتبقى على سطح الأرض عرضة للحل والفناء بينما الثانية تسقط الى قاع البحر حيث ترسب فوقها الرواسب البحرية فتحميها من التلف وتحفظها .

(ثانياً) أن يحتوى النبات أو الحيوان جزءاً صلباً يقاوم عوامل الفناء حتى يدفن ويحفظ . فالأجزاء الرخوة كاللحم والشحم سرعان ما يتولاها العطب فتندثر أما الأجزاء الصلبة كالحارات والعظام والجذوع والفروع الخشبية فهذه تبقى طويلاً فتدفن قبل أن تندثر . على أن هناك حالات هامة حيث يدفن الحيوان أو النبات بسرعة قبل أن يتولى التلف أجزاءه الرخوة وفى هذه الحالات تكون الحفريات مكونة من الأجزاء الرخوة والصلبة على حد سواء .

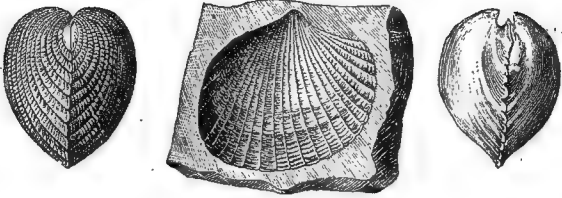
وقد تكون الحفريات عبارة عن الحيوان أو النبات محفوظاً بجميع أجزائه وهذا نادر مثل الماموث (Mammoth) وهو نوع من الفيلة كانت تسكن شمال أوروبا فى العصور الجيولوجية الأخيرة فبادت وتركت بعض أمثلتها محفوظة تحت طبقات الجليد فى شمال روسيا فكان الجليد سبباً فى حفظها من التلف حتى لتوجد هذه الحيوانات محفوظة بلحمها وجلدها وشعرها .

كذلك التل والبعض الذى يوجد فى الكهرياء (الكهرمان) وهو فى الأصل صمغ تكون فى عصر جيولوجى سابق كما يتكون الصمغ الآن فى الغابات الحالية

ثم التصقت به هذه الحشرات فغارت فيه وبذلك حفظت أعضاؤها الدقيقة من التلف . وقد تكون الحفرية مجرد الجزء الصلب من الحيوان أو النبات وفي هذه الحالة إما أن تبقى المادة الأصلية بغير تحول الى مادة أخرى كالحشرات التي توجد في كثير من الصخور الراسبة وإما أن تستبدل بمادتها الأصلية مادة معدنية أخرى مع بقاء التركيب الأصلي بجميع دقيقاته . مثال ذلك الخشب المتحجرة المعروفة بالصخارى الشرقية والغربية قرب القاهرة اذ ترى القطعة محتفظة بالشكل والتركيب الخشبي المعروف على أن المادة هي ثأني أو أكسيد السليكون بدلا من المادة الخشبية الأصلية . ذلك لأن مادة السيليس احتلت مكان المادة الأصلية جزيئة بجزيئة . ( انظر الصورة ١ باللوحة السابعة والعشرين ) .

وقد تكون الحفرية مجرد الأثر أو الطابع الذي يتركه الحيوان أو النبات بعد اندثار مادته الأصلية . ذلك لأن الصخور الراسبة كما قدمنا تتكون في أول الامر من رواسب مبتلة طرية غير متماسكة فاذا سار على سطحها حيوان وهي لا تزال على هذه الحالة فانه يترك أثرا عليها فاذا تراكت فوق سطحها رواسب أخرى ثم تماسكت قبل أن يمحي الأثر الذي تركه الحيوان فان هذا الأثر يبقى فيها وهي صخر صلب . ومن هذا النوع بعض آثار لأرجل حيوانات ترى في صفحات بعض الصخور .

كذلك المحارات التي تعيش في البحار تسقط بعد موتها على قاع البحر حيث تدفن في الرواسب التي تتكون عليها . وقد تحتل هذه الرواسب فجوات المحارات فتملأها حتى إذا صلب الصخر ثم أذيب جسم المحارة الأصلية ترك وراءه طابعين الطابع الخارجى ( External cast ) وهو الأثر الذي يتركه ظهر المحارة في الصخر المحيط بها . والطابع الداخلى ( Internal cast ) وهو ما كان يملأ جوف المحارة من المادة الراسبة . وأمثال هذه الطوائع كثيرة في الصخور كما في الأججار الجيرية بجبل المقطم شرق القاهرة ( أنظر الشكل رقم ١٠٥ ) .



الطابع الداخلى      الطابع الخارجى      المحارة وطلابعها الداخلى والخارجى (الشكل ١٠٥)

وتقوم الحفريات بخدمة هامة فى التعرف على التاريخ الجيولوجى للكرة الأرضية وقد اتخذت أساسا لتقسيم الزمن الجيولوجى الى عصور كما انها تدلنا على توزيع البحار واليابسة على سطح الأرض فى كل عصر من عصورها الجيولوجية الغابرة. وتشير إلى الحالة الاقليمية والجوية فى هذه العصور بفضل اختلاف أنواع الحياة باختلاف الأقاليم .

ولقد لفت الحفريات نظر الانسان منذ عصور مدينته الأولى. على أنه منذ ذلك الوقت حتى القرون الوسطى كان الاعتقاد السائد أنها إما مصادفات طبيعية لا علاقة لها بالحيوان أو النبات واما أنها نتيجة صنع الشيطان فى سعيه لمحاكاة صنع الخالق جل شأنه مع عجزه عن أن يبعث فيها الحياة . وقد كان رجال الدين والقساوسة يتولون الامتات على من يجروا أن يعرض لدراسة هذه الأشياء من صنع الشيطان .

فلما بدأ الفلاسفة والعلماء ينظرون اليها نظرة علمية جدية واعترف لها بأنها بقايا حيوانات أو نباتات عاشت فى زمن سابق ثم ماتت وتركها شاهدة على سابق وجودها لوحظ اختلاف أنواع الحفريات باختلاف الطبقات. وأخيرا تقرر أن لكل مجموعة من طبقات الصخور الراسبية مجموعة خاصة بها من الحفريات تختلف عن الحفريات فيما تحتها وما فوقها من الطبقات .

ومن ثم نشأ الاعتقاد فى أن الكرة الأرضية مرت بسلسلة من العصور الجيولوجية يمتاز كل منها بأنواع خاصة من أنواع الحياة . وكان الاعتقاد السائد وقتئذ أن كل عصر انتهى بكارثة أهلكت كل ما كان على الأرض وفى البحار من أحياء ثم عادت الخليقة فأنشأت أنواعا جديدة للعصر الذى يليه. وهذه النظرية هي المعروفة بنظرية الكوارث (Theory of Catastrophism and Re-creation)

ولما تقدم البحث والاستكشاف ظهر أن بعض أنواع الحفريات توجد فى أكثر من عصر جيولوجي واحد وأن بعض الأنواع المعروفة فى عصر معين تشابه لدرجة كبيرة مع اختلاف بسيط فى تفاصيل التركيب أنواعا أخرى فى عصر سابق أو لاحق . فكان الاستنباط الطبيعى اذن أن



هذه الكوارث وإن حدثت في بعض أجزاء من الأرض لم تكن عامة وإن الحياة على هذا الكوكب سلسلة متصلة لم تنقطع منذ خلقها الأولى .

وقد أقامت مشاهدات دارون (Darwin) وولاس (Wallace) وسبنر (Spencer) وغيرهم من أعلام المفكرين في القرن الماضي البرهان على فساد نظرية الكوارث فثبتوا أن الحياة منذ خلقها الأولى على وجه البسيطة هي دائمة مستمرة ولكنها في تغير وتحول بطيء مستمر وإن من الأنواع الفطرية البسيطة الأولى قد نشأت تدريجياً أنواع أرقى فأرق حتى نشأت أرقى أنواع المخلوقات ذات النظام الجسمي المركب . وهذه النظرية هي المعروفة بنظرية النشوء والارتقاء (Theory of Evolution) . وقد أصبحت هذه النظرية منذ أن وضع دارون قواعدها الأولى المود الفكري لجميع علوم الحياة وهي الأساس الذي يرتكز عليه في تقسيم الزمن الجيولوجي إلى عصوره المتتابعة .

ومن المبادئ التي قررتها هذه النظرية أن الكائنات الحية في ضلال مستمر مع عوامل الطبيعة . وأن كل تغيير هام في هذه العوامل يؤدي إلى ضعف واضمحلال الأنواع التي تثبت على تركيبها الأصلي فلا تسكف لمقاومة الظروف الجديدة المحيطة بها وهذه تنتهي بأن تندثر وتبيد . أما الأنواع التي تقابل تغير الأحوال بتغير مناسب في تركيبها فهذه تصبح أقدر على المقاومة تعيش وتزدهر وهذا ما يسمونه بقاء الأصلح (Survival of the fittest) .

ولا شك أن التغير الذي قد يحدث في هذا النوع الأخير من الكائنات هو في أول الأمر دقيق غير محسوس إلا أنه يتضاعف بالوراثة مع تعاقب الأجيال حتى يؤدي في النهاية إلى تغيير تام في تركيب الحيوان أو النبات . على أن الزمن الذي يتطلبه تمام هذا التغير قد يقدر بالآلاف أو ملايين من السنين ويتناول أجيالاً عديدة متعاقبة . ويكون حينئذ كل جيل من هذه الأجيال حلقة في سلسلة التغير من نوع لآخر . فإذا اعتبرنا أن كل جيل يترك أثره في بطون الطبقات التي تكونت معاصرة له فمن الجلي أن كل طبقة أو مجموعة متعاقبة من الطبقات تتميز عما يليها بأنواع خاصة من الحفريات .

ولقد دلت الملاحظة في مختلف أنحاء الأرض على أن أحدث الطبقات الصخرية العليا تحتوي أنواعاً من الحفريات لا تختلف إلا قليلاً عن الأنواع التي لا تزال تسكن الأرض والبحار في الوقت الحالى . وإنما كلما تعمقنا إلى طبقات أقدم فأقدم وجدناها تحتوي أقل فأقل من هذه الأنواع الحية مع تكاثر أنواع أخرى بائدة . وهكذا تندثر هذه الأنواع البائدة من الطبقات التي تحتها وتأخذ مكانها أنواع بائدة أخرى .  
وهلم جرا .

وقد أمكن مما اجتمع حتى الآن من أنواع الحفريات المختلفة تقرير تعاقب معين لهذه الأنواع . ووجد أن هذا الترتيب في التعاقب هو واحد في جميع أنحاء الأرض .  
الجيولوجيا م — ٢٢

الحفريات التي تحتويها أقدم طبقات الصخور الراسبة في أوروبا تشابه تماما تلك التي وجدت في أقدم الطبقات بإفريقية وآسيا وياق القارات . كذلك الحال في كل مجموعة من الطبقات المتعاقبة . فمن البدهى اذن ان للحفريات الفضل الأكبر في تمكيننا من تحديد مركز كل طبقة أو مجموعة من الطبقات في سلسلة التكاوين الجيولوجية التي يتكوّن منها النظام الجيولوجى العام . وقد أصبح من اليسور مقارنة الطبقات المختلفة التركيب بمقارنة حفرياتها .

هذا ومن اختبار الحفريات التي تحتويها الطبقات المكونة للقشرة الأرضية يتضح أن هناك رقيًا مستمرًا في الأنواع من أقدم العصور الى أحدثها . فأقدم الطبقات لا تحتوى من الحيوانات والنباتات إلا أدناها مرتبة وأبسطها تركيبًا بينما الطبقات التي تليها تحتوى بالتدريج الأرقى فالأرقى حتى تبلغ أرقاها في أحدث الطبقات . ويبدو أن أول ما ظهر على وجه الأرض من أنواع الحياة حيوانات ونباتات بحرية دنيئة لم تترك لها أثرا بين صفحات أقدم الطبقات . وقد يكون ذلك خلوها من أجزاء صلبة تبقى أثرا بعدها . ثم أعقبت ذلك حيوانات بحرية بحارية كان لها التفوق في العصور الجيولوجية القديمة فتركت وراءها عددا عظيما من الحفريات المختلفة . ولم تظهر الحيوانات الفقرية إلا بعد مضي وقت طويل من الزمن الجيولوجى فظهرت الأسماك ثم تلتها أنواع من الضفادع (Amphibia) تجمع بين خاصتى المعيشة في الماء وتنفس الهواء . ومنها اشتقت أنواع الحيوانات التي تعيش على الأرض اليابسة .

وفي أواخر العصور الجيولوجية القديمة ظهرت أنواع الزواحف (Reptiles) وهذه تفوقت على غيرها في العصور الجيولوجية المتوسطة وكان من أنواعها ما يسكن البحار ومنها ما يسكن الأرض ومنها ما يطير في الهواء . وقد بلغت بعض الزواحف حجما كبيرا جدا كما يستدل من عظامها التي كشفت في أمريكا وأوروبا وآسيا .

ثم جاءت العصور الجيولوجية الحديثة فظهرت فيها الحيوانات التي تشبه الحيوانات المعروفة الآن وأهمها الحيوانات الثديية (Mammals) والتي انتهت في

سلسلة من الرق إلى أرقاها جميعا وهو الانسان الذى لم يظهر على وجه الأرض اذن إلا فى أواخر العصور الجيولوجية الحديثة .

ومثل ذلك كان التطور فى عالم النباتات فكان أول ما ظهر منها أنواع بحرية بسيطة دنيئة ارتقت منها أنواع بحرية أخرى ومن هذه تدرجت النباتات التى تعيش على اليابسة . وهذه انتشرت فى أحد العصور القديمة لدرجة عظيمة جدا أدت بترامها لتكوين طبقات الفحم الحجري فى كثير من المناطق . على أن هذه الأنواع كانت لنباتات غير مزهرة فلم تظهر هذه الأخيرة إلا فى العصور المتوسطة ثم انتشرت بكثرة فى العصور الحديثة .

ومن الجدول المقابل لصفحة ١٧٤ يتبين تعاقب أنواع الحيوانات والنباتات فى العصور الجيولوجية المختلفة .

### الزمن الجيولوجى وتقسيمه الى أمقاب وعصور

الزمن الجيولوجى قديم جدا يقصر العقل الانسانى عن أن يحيط بقدمه . ذلك لأن الانسان يرجع فى تقدير الزمن الى وحدة قصيرة هى السنة ولأن عمره على الأرض محدود بعدد صغير من هذه السنين . وقد تمر بضع سنين على حادث معين فتمحوه من الذاكرة . واذا تكلمنا عن حوادث التاريخ القديم فأنما نفعل ذلك ونحن نستعظم ما يفصلنا عنها من زمن .

على أن نظرة دقيقة تدلنا لأول وهلة أن حياة الانسان على الأرض ضئيلة جدا وأن الانسان نفسه حادث على وجه الأرض وهو أحدث المخلوقات جميعا . فاذا أردنا أن نتكلم عن الزمن الجيولوجى وجب علينا قبل كل شيء أن نمجد عقولنا من القيد الذى تفرضه عليها بمقارنة كل شيء بعدد محدود من السنين . ولا بد أن نقفه أن عوامل الطبيعة المختلفة ما كانت لتحدث ما أحدثته من الظواهر فى وجه الأرض لولا أقدمية الزمن الذى تعمل فيه . ولنضرب لذلك مثلا يقع تحت نواظرنا من عام لآخر ذلك أن نهر النيل يترك وراءه بعد كل فيضان طبقة رقيقة من الغرين

يقدرون ستمكها بليمتر واحد . أي أنه لا بد من ألف فيضان في ألف سنة متتابة لتكوين طبقة من هذا الغرين يبلغ سمكها مترا واحدا . فاذا اعتبرنا أن متوسط سمك التربة الزراعية في مصر هو عشرة أمتار يكون تكوينها قد تطلب عشرة آلاف من السنين . والواقع أكثر من ذلك نظرا لأن ما يتكون في اغوام قد تكتسحه الرياح والسيول في لحظات .

هذا والتربة الزراعية هي أحدث التكاوين في وادي النيل وقد سبقت تكوينها عصور طويلة كان نهر النيل يجلب من أعلى مجاريه رمالا وحصى هي التي تملأ جوف الوادي تحت التربة السطحية . والنيل نفسه ظاهرة حديثة وقد سبقت عصور كان هذا الجزء من القارة الافريقية تغطيه مياه البحار وعلى قاعها تكونت طبقات سمكة من الرواسب الجيرية التي استحالت فيما بعد الى طبقات الصخور التي تغطي الهضبة المحيطة بمجاني الوادي . وهذه قد سبقتها عصور كانت فيها الأراضي المصرية جزءا من قارة معرضة لعوامل التعرية . وكانت قبل ذلك بوقت طويل مسرحا لتفاعلات بركانية عنيفة تكونت من جرائها الصخور النارية المعروفة في سلسلة الجبال التي تفصل البحر الأحمر من حوض النيل .

فلا شك إذن أن التاريخ الجيولوجي قديم جدا وأنه يصعب على الانسان الاحاطة بهذا القدم . وقد يقارن طول الزمن في الجيولوجيا بسحق المسافات في علم الفلك حتى أن المسافة بين الارض والكواكب وبينها وبين النجوم تقدر بألاف الملايين من الأميال مما جعل تقديرها عادة بالسنين التي نلزم لوصول الضوء منها إلينا مع العلم بأن سرعة هذا الضوء تبلغ نحو ٢٩٩.٠٠٠ كيلو متر في الثانية الواحدة .

ولقد أراد بعض الباحثين تقدير عمر الارض فاستندوا على ما تحتاج اليه بعض العوامل لاحداث ظاهرة من الظواهر المعروفة فاختلفت النتائج التي وصلوا اليها . فقدره بعضهم بعشرة ملايين سنة بينما قدره البعض الآخر مستندين على عوامل أخرى بما يقرب من الف مليون سنة . وفي هذا ما يضاف للغمم بأمثال هذه التقديرات جميعاً .

فالعلم الجيولوجي لأي طبقة من الطبقات يجب أن يبقى نسبيا الى الطبقات الاخرى .

هذا : واذا كان التاريخ الجيولوجي "سلسلة" متصلة من الحوادث . تعتمد كل

واحدة منها على ماسبقها وتمهد السبيل لما يعقبها فان دراسة هذا التاريخ ككتاب كل

الدراسات الماثلة تتطلب سهولة إجرائها تقسيم الزمن الجيولوجى الى أقسام يمتاز كل منها بصفات وحوادث معينة .

وقد قسم الزمن الجيولوجى الى أربعة أقسام هامة يعبر عنها بالاحقاب (Eras)

وهى : —

(١) الحقب الابتدائى ( Archaean Era ) — أو الحقب الأركي هو حقب

الحياة الفطرية . وقد تكونت فيه أقدم الطبقات المعروفة فى القشرة الأرضية وليس بها أى أثر يمكن الجزم بأنه لنوع من أنواع الحياة .

(٢) حقب الحياة القديمة ( Palaeozoic ) — وقد تكونت فيه طبقات من

الصخور تحتوى حفريات لحوانات ونباتات تختلف كل الاختلاف عن أنواع الحياة المعروفة الآن .

(٣) حقب الحياة الوسطى ( Mesozoic ) وقد تكونت فيه طقات من

الصخور تحتوى أنواعا من النباتات والحيوانات تعتبر حلقة بين القديم والحديث .

(٤) حقب الحياة الحديثة ( Cainozoic ) حيث بدأ ظهور أنواع من الحياة

على وجه الأرض تشبه كثيرا الأنواع التى تسكنها الآن .

ولا نقول أن هذه الأقسام الأربعة متساوية من حيث قيمتها الزمنية بل هى على العكس من ذلك فيقدرون نسبتها الزمنية على حسب الأرقام الآتية : —

فالحقب الابتدائى	يلغ نحو ٥٥	فى المائة من مجموع الزمن الجيولوجى
وحقب الحياة القديمة.	» ٣٠ »	»
وحقب الحياة المتوسطة	» ١١ »	»
وحقب الحياة الحديثة	» ٤ »	»

على أن هذه الاحقاب يتميز بعضها عن بعض بميزات أهمها أنواع الحياة التى كانت تعيش فيها كما قدمنا . ويظهر أن الانتقال من حقب الى آخر كان مصحوبا بحركات أرضية تكاد تكون شاملة فكان لها أثريتين فى هيئة وجه الأرض كارتفاع سلاسل جبال عظيمة وهبوط مناطق كبيرة تحت منسوب البحر . ولا شك أن

هذه الحركات وما أحدثته من تغيير هي السبب لحد ما في التغيير اليتن الذى تولى أنواع الحياة فنشطت فيها عوامل النشوء والارتقاء التى كان من جرائها اختلاف أنواع الحياة فى الأحقاب للتتالية .

وقد قسمت هذه الاحقاب العظمى الى عصور (Periods) يمتاز كل عصر منها بميزات حيوانية ونباتية وأحيانا أيضا بميزات صخرية ومعدينية . وقد أختيرت أسماء هذه العصور إما للإشارة الى صفة صخرية خاصة كالعصر الكربونى (Carboniferous) الذى فيه تكونت أهم طبقات الفحم الحجري فى العالم . والعصر الطباشيرى (Cretaceous) الذى يغلب بين طبقاته حجر الطباشير (Creta لفظ لاتينى يعنى طباشير) . وإما إشارة الى بلد من البلاد حيث وجدت فيه طبقات ذلك العصر على أتم تكوين كالعصر الديفونى (Devonian) نسبة الى مقاطعة ديفونشير بمجنوب انكلترا وهلم جرا .

أما تقسيم الحقب الحديث فقد اتبعت فيه قاعدة علمية روعيت فيها نسبة الأنواع التى لاتزال عاشة بين حفريات من الحيوانات الرخوة (Molluscs) . والجدول المقابل يبين تقسيم الاحقاب الى عصور ويوضح الصفات الخاصة بكل عصر : —

وقبل أن تنتقل الى الكلام فى صفات كل عصر من هذه العصور والصخور التى تكونت فيه وما تحتويه من حفريات نستعرض بعض ما قيل عن حالة الكرة الأرضية قبل الزمن الجيولوجى .

### الكرة الأرضية قبل الزمن الجيولوجى

يبدأ الزمن الجيولوجى بالوقت الذى تكونت فيه أقدم الصخور المعروفة فى القشرة الأرضية . على أن هذا الكوكب كان موجودا كجسم مستقل بذاته قبل ذلك بوقت طويل . وقد تقدمت نظريات عديدة عن الحالة التى كان عليها حينذاك .

جدول يبين تقسيم الزمن الجيولوجي الى أعتاب وعصور

الحقب Era	العصر (Period)	توزيع انواع الحياة في الزمن الجيولوجي	مميزات العصور
حقب الحياة الحديثة (الكاربونيوزيك) (Cenozoic)	الراشئ (Quaternary)	الانسان الحديث	عصر الانسان
	البليستوسين (Pleistocene)	الانسان القديم	عصور الانسان الحجرية (Stone Ages)
	البليوسين (Pliocene)	الانسان القديم	عصر الجليد بأوروبا (Ice Age)
	الميوسين (Miocene)	الانسان القديم	بدء ظهور الانسان على الارض.
	الاوليجوسين (Oligocene)	الانسان القديم	رفع أهم سلاسل الجبال العظمى .
حقب الحياة الوسطى (الميزوزيك) (Mesozoic)	الايوسين (Eocene)	الانسان القديم	عصر الثدييات الكبرى (Age of Mammals)
	الكراسي (Cretaceous)	الانسان القديم	بدء ظهور القردة والثدييات الراقية .
	الجوراسي (Jurassic)	الانسان القديم	الثعالب المتحجرة والصحاري المصرية .
	التراسي (Triassic)	الانسان القديم	عصر النورموليت (Age of Nannulites)
	البرمي (Permian)	الانسان القديم	اجدها ظهور انواع الحياة الحديثة .
حقب الحياة القديمة (الباليوزيك) (Palaeozoic)	الفحمي (Carboniferous)	الانسان القديم	أهم صنفه الطباشيري .
	الديفوني (Devonian)	الانسان القديم	اندثار الزواحف الكبرى . بدء النباتات الزهرية
	السيلوري (Silurian)	الانسان القديم	عصر الزواحف الكبرى (Age of Reptiles)
	الأوردويسي (Ordovician)	الانسان القديم	والامونيت (Ammonites)
	الكمبري (Cambrian)	الانسان القديم	بدء انواع الحياة الوسطى .
الحقب الاجدان (الاردي) (Archean)	الكمبري (Cambrian)	الانسان القديم	عصر الصخاري بأوروبا .
	الأوردويسي (Ordovician)	الانسان القديم	عصر الامفيبيا (Age of Amphibia)
	السيلوري (Silurian)	الانسان القديم	ظهور الزواحف واندثار الانواع القديمة .
	الديفوني (Devonian)	الانسان القديم	عصر الفحم الحجري .
	الفحمي (Carboniferous)	الانسان القديم	عصر الاسماك . (Age of Fishes)
الحقب الاجدان (الاردي) (Archean)	الديفوني (Devonian)	الانسان القديم	بدء ظهور الاسماك والمقارب .
	السيلوري (Silurian)	الانسان القديم	عصر الجرايتوليت . (Age of Graptolites)
	الأوردويسي (Ordovician)	الانسان القديم	عصر التريلوبيت (Age of Trilobites)
	الكمبري (Cambrian)	الانسان القديم	ظهور اغلب رتب الحيوانات اللاقضية .
	الديفوني (Devonian)	الانسان القديم	الغلب الصخور نارية او منصولة





على أن الجيولوجيا تعجز وحدها عن تقديم معونة كبيرة في هذه الناحية . إذ هي تعتمد دائماً على الاستنباط من الصخور التي يمكن الوصول إليها ورؤيتها . وقد أشرنا إلى أن ما نراه من هذه القشرة ضئيل جداً بالنسبة لمجموع حجم الكرة الأرضية . ولما كانت الأرض كوكباً من الكواكب المحيطة بالشمس فالبحث في حالتها السابقة للزمن الجيولوجي مستند من المعلومات التي أمكن الفلكيون اقتباسها من دراسة الكواكب والأجرام السماوية الأخرى .

وقد تقدمت على هذا الأساس نظريات عديدة تأتي الآن على أهمها قبل أن نستخلص فكرة عامة عن حالة الكرة الأرضية قبيل الزمن الجيولوجي .

وأولى النظريات التي تقدمها لتفسير تكوين الأرض في أول نشأتها هي النظرية السديمية (Nebular Hypothesis) . والسديم (Nebula) هو تركيب في بعض الأجرام السماوية يتكون من مواد غازية ترى في السماء على شكل سحابة صغيرة . وغير الاشملة سديم الجبار (Orion) وهو الذي يرى ضمن المجموعة للمعروفة بهذا الاسم والتي يرى شكلها في السماء بالنظارة الفلكية المظلمة كما في الصورة رقم ١ باللوحة الثالثة والمصرين .

وقد وضع هذه النظرية في أول الأمر العالم الفلكي الألماني كانت (Kant) عام ١٧٥٥ فقرر أن الفضاء السماوي كان قبل تكوين النجوم والكواكب مملوءة سحابة عظيمة أو سديم عظيم مكون من مواد غازية على حرارة مرتفعة . وقد انقفع هذا السديم بعد ذلك تدريجياً بتركيز هذه الغازات بالجاذبية التي بين جزيئاته حول نقطة معينة أكثر كثافة من باقي أجزاء السديم فكانت هذه النقطة فيما بعد هي النجوم والشموس الخفيفة .

من هذه النظرية العامة اشتق العالم الفرنسي لابلاس (Laplace) في عامي ١٧٩٦ ، ١٨٢٤ نظريته التي شاعت فيما بعد والتي تقرر أن المجموعة الشمسية كانت في أول الأمر سديماً حاراً مائلاً في الفضاء ما بين مركز الشمس الحالي وأبعد الكواكب المعروفة عنها . ولما كان هذا السديم يبرد بالإشعاع كان انكماشه تدريجياً فترك من آن إلى آخر حلقات سديمية انفصلت عنه الواحدة تلو الأخرى ثم تركزت كل حلقة منها حول نقطة معينة أصبحت فيما بعد كوكباً من الكواكب ومنها الأرض .

فتكون الأرض إذن حسب هذه النظرية مثلها مثل باقي الكواكب الأخرى قد بدأت حياتها كحلقة سديمية غازية تحولت تدريجياً بالبرودة إلى مادة سائلة ثم صلبت حولها قشرتها الخارجية . وهي تزداد برودة يوماً بعد يوم وتزداد بذلك قشرتها سمكاً مع بقاء جوفها خالي حالة انصهار وحرارة مرتفعة .

وظلت هذه النظرية مقبولة سنين عديدة على أن البحث العلمى وتوالى المشاهدات زعزع الاعتقاد فيها حتى قام البرهان أخيرا على استحالة صحتها .

ذلك لأن قبول هذه النظرية يقتضى أن تكون حرارة الكرة الأرضية فى تناقص مستمر أى أن الحرارة فى الصخور الجيولوجية الأولى كانت مرتفعة فتناقصت بالتدريج حتى أن حرارة الأرض فى الوقت الحالى هى أقل منها فى جميع الصخور الجيولوجية . والواقع غير ذلك . فقد ثبت أن أقدم أنواع الحيوانات والنباتات التى عرفت من حفرياتها فى الصخور لم يكن تركيبها بحيث تحتل حرارة أكثر مما تحتمله أنواع الحياة التى تسكن الأرض والبحار الآن . كما أنه ظهر من بعض طبقات الصخور فى الصخور الجيولوجية القديمة أن أجزاء من الأرض كانت تغطيها طبقات الجليد . أضف الى هذا ما يثبت أن الاحوال الجوية على سطح الأرض قد تقلبت كثيراً من عصر الى آخر ولكنها على كل حال لم تختلف عن الحالة التى نعرفها الآن .

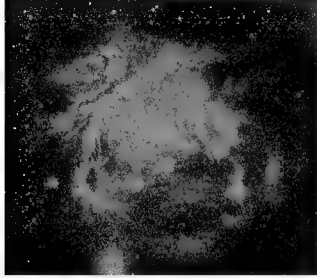
كذلك لو أخذنا بنظرية أن جوف الأرض مادة سائلة يحيط بها غلاف رقيق من صخور صلبة لكان لتأثير جاذبية الشمس والقمر والكواكب الأخرى نتائج تخالف ما نراها الآن ذلك بانها كانت تحدث حتماً مدّاً وجزراً فى هذه المواد السائلة يحملان الفترة الأرضية أقل ثباتاً مما هى .

فلما ظهر فساد هذه النظرية بدأت النظريات تتقدم الواحدة تلو الأخرى لتتغلب على بعض المصاعب التى قدمنا وقد اتفقت جميعها على أن الأصل الأول هو سديم ( Nebula ) .

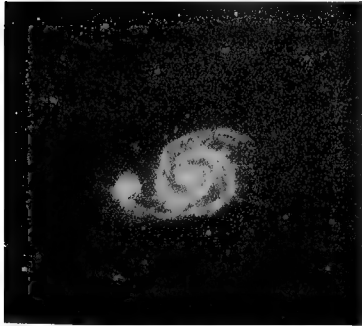
يبد أن النظريات الفلكية الحديثة تقرر أن السديم ليس بفازات بل هو عبارة عن ذرات معدنية صلبة يرتبط بعضها ببعض بحكم الجاذبية فتتكون منها سحب سماوية أو غبار سماوى يخضع لقوانين الطبيعة كما هو جسم واحد .

وأهم هذه النظريات الحديثة تقول أن الشمس كانت فى أول أمرها سديماً أى ذرات معدنية صلبة أغلبها صغير ولكن بينها جزيئات أكبر حجماً من غيرها . ثم وقع هذا السديم تحت تأثير جاذبية الأجرام السماوية الأخرى ففككت الأجزاء الخارجة لهذا السديم وامتدت منه أذرع اكتسبت شكلاً حلزونياً من جراء دوران السديم فأصبح بذلك أشبه بالسديم الحلزونى الذى يرى فى مجموعة النجوم المعروفة بالسلاقي ( Hunting-dogs ) ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحة الثالثة والعشرين ) .

(اللوحة ٢٣)



(١) منظر السديم المعروف في مجموعة نجوم الجبار (Orion) .  
كما يرى بالنظارة الفلكية المعظمة



(ب) منظر للسديم الحلزوني المعروف في مجموعة نجوم السلاقي (Hunting dogs)  
كما يرى بالنظارة الفلكية المعظمة



وأخيرا انقش السديم تدريجاً باجتماع الأجسام الصغيرة حول الأجزاء الكبيرة  
بالجاذبية فكانت الكواكب ومنها الأرض .

هذا ولما كان سقوط القطع الصغيرة على سطح النواة التي تجذبها يصحبه  
اصطدام تتولد منه حرارة مرتفعة فقد انصهر الجزء الخارجى لكل كوكب ثم صلب  
بالبرودة الناتجة عن الاشعاع .

هذا ولما كانت المواد المعدنية القاعدية تصلب أسرع من الحمضية فقد بقيت  
الأخيرة مصهورة لمدة أطول حتى اذا صلبت بعد ذلك تكونت منها القشرة الخارجية  
في صخور جرانيتية هي التي تتكون منها غالباً أقدم الصخور المعروفة في القشرة الأرضية .  
وبالبرودة انكمشت القشرة فتجمعت فهبطت منها أجزاء أصبحت فيما بعد هي  
المحيطات وبرزت أجزاء أخرى هي القارات . فالمحيطات والقارات ظواهر أساسية  
في الكرة الأرضية . وهى ثابتة في مجموعها لم تتغير الا قليلا في حافلتها منذ نشأتها  
حتى وقتنا هذا .

وقد أحاطت بالأرض في حالتها الأولى أنجرة وغازات تحولت فيما بعد الى ماء  
ملاً بطون المنخفضات فتكونت منه المحيطات والبحار . وقد تعرضت سطوح القارات  
الى عوامل التعرية فكانت المواد التي تسربت الى بطون البحار والمحيطات تبدأ تكوين  
الصخور الرسبية ومن ثم بدأ التاريخ الجيولوجى الذي نتقدم لبحثه الآن .

### الخشب الإندائى (الأركى) (Archaean Era)

يبدأ الخقب الأركى وقد أصبحت الأرض وحدة كروية مستقلة ذات قشرة  
خارجية من صخور جرانيتية . وتجمعت هذه القشرة بالانكماش الناتج عن البرودة  
فبرزت منها أجزاء هي القارات . وانخفضت اجزاء أصبحت احواض المحيطات بفضل  
ما تجمع فيها من المياه التي تقطرت بالبرودة من الانجرة التي كانت تحيط بهذا الكوكب  
في حالة نشأته الاولى .

وتعرضت القارات الى عوامل التعرية فتفتتت صخورها ثم اكتسحت المواد المفتتة الى البحار والمحيطات من جراء بعض العوامل التي تقدم وصفها كالرياح والامطار والأنهار فتكونت الرواسب على قيعان البحار ومن ثم بدأ تكوين الصخور الرسابية . وقد تكونت ابان هذا الحقب الابتدائي طبقات سمكية من الصخور الرسابية على أن البحوث المستفيضة التي أجريت فيها لم تكشف حتى الآن أى أثر للحفريات بين صفحاتها . يستنبط من ذلك أن الحياة لم تكن قد ظهرت بعد على وجه البسيطة أو أنها كانت موجودة ولكنها من أنواع دنيئة رخوة وليست لها من المحارات أو الهياكل العظمية ما يبقى أثرا دفيناً في الصخور بعدها . ونحن نميل الى الأخذ بهذا الرأي الاخير نظرا لأن أنواع الحياة النباتية والحيوانية التي انتشرت ابان الحقب التالى (الاليوزويك ) كانت راقية معقدة التركيب ولا بد لها من أسلاف أبسط منها عاشت قبلها .

وتظهر الصخور الابتدائية في جميع القارات كنواة لها وهى الأساس الذى ترتكز عليه طبقات الصخور التى هى أحدث منها .

وأينما ظهرت فهى عبارة عن مجموعة من الصخور المتحولة يرجع تحولها الى ما انتابها من تقلصات أرضية عنيفة وإلى ما تدخل فيها أبان ذلك الحقب وبعده من صخور نارية مختلفة .

وأهم أنواع صخور هذا الحقب الابتدائي الجنييس الناتج من تأثير صخور الجرانيت بتقلصات أرضية واسعة النطاق .

كذلك أنواع الشيست كالشيست الميكائى والشيست الطلقى والاردواز والرخام . هذه الصخور المتحولة تقطعها غالبا سدود من صخور نارية وعروق معدنية مختلفة . وتعاوها في كثير من المناطق طبقات من صخور راسبية وصخور بركانية غير متحولة ولكنها على كل حال خالية من الحفريات .

أما في القطر المصرى فتظهر صخور الحقب الابتدائي في مساحات ممتدة بالصحراء

الشرقية من حدود السودان شمالا حتى خط العرض ٢٨°٤٠ وفي الثلث الجنوبي لشبه جزيرة سيناء وفي بعض المناطق الجنوبية من صحراء ليبيا وهي المدينة باللون الأحمر على الخريطة الجيولوجية بأخر هذا الكتاب .

واقدم هذه الصخور الجنية تلوها أنواع مختلفة من الشيست البىكائى والطفى والموربىندى وجميعها متحولة من صخور نارية قديمة . تلو ذلك طبقات من الارذواز والرخام وهى صخور متحولة من صخور راسبة قديمة أيضا . وهناك غير ذلك صخور بركانية متحولة وأنواع من البريش أشهرها البريش الأخضر الذى كان يقتله قدماء المصريين من محاجر وادى الحمامات على الطريق بين قنا والقصر ويصنعون منه بعض أواني وهياكل زخرفية جميلة ( Breccia Verde Antico ) وتصحب هذه المجموعة من الصخور المتحولة بمجموعة أخرى من الصخور النارية المختلفة متدخلة فيها على شكل عروق وسدود وكتل عظيمة . ومن هذه الأخيرة تكونت أعظم الجبال بالصحرى المصرية كسلسلة الجبال الممتدة بمحاذاة شاطئ البحر الأحمر وخليج السويس وتفصل حوض البحر الأحمر من وادى النيل . وكذلك الجبال العظمى فى جنوب شبه جزيرة سيناء وقد تبلغ بعض قممها منسوباً أعلى من منسوب البحر بنيف والذى متر .

ومن أم الصخور النارية فى هذه المناطق الجرانيت الذى تتكون منه أعظم الجبال كما أنه يظهر فى السهول التى تكتنفها ويقطع وادى النيل عند الثلاث المروفة . ومن أشهر أنواعه جرانيت أسوان الذى استغله قدماء المصريين لبناء معابدهم وهياكلهم لصناعة تماثيلهم ومسلاتهم . وقد استعمل حديثاً لأغراض شتى كبناء خزانات الرى الكبرى فى اسوان ونجس حادى ولرصف الطرق بالإسكندرية وغيرها .

ومن الصخور النارية أيضا الديوريت الذى يطفى جزء كبيراً من جنوب الصحراء الشرقية وفيه عروق المرو التى تحمل الذهب والذى فتح فيها قدماء المصريين مناجم عديدة كانت هى المصدر الذى استنبطوا منه ذلك المعدن الثمين فصنعوا منه تلك الحلى والآلات المقدسة التى هى زينة أغلب متاحف الآثار الآن .

وهناك غير ذلك سدود وعروق من صخور نارية مختلفة ومن أشهرها الصخر المعروف بحجر الساقى الامبراطورى ( Imperial Porphyry ) . وهو صخر أرجوانى اللون منتشر فى بلورات مستطيلة بيضاء من الفلسبار وإذا صقل اتخذ شكلاً جميلاً . ركان الرومان يقدرونه قدره ففتحوا فيه مقالع جبل السخان الشهيرة التى اقتلوا منها كتلا عظيمة صنعوا منها أعمدة وتماثيل وأواني زخرفية لاتزال حتى الآن بين آثار روما واليونان .

ومن الصخور القاعدية وفوق القاعدية صخور جزيرة الزبرجد التى فى البحر الأحمر جنوب القصر ومنها يستخرج حجر الزبرجد المستعمل فى صناعة الجواهر .

فما تقدم نرى أن صخور الحب الابتدائى فى مصر كانت ولاتزال مورداً لكثير من المعادن كالذهب بالصحراء الشرقية والزمرد بمجال بىكيت وزبار بالصحراء الشرقية والزبرجد بمجزرته فى البحر الأحمر ولاحجار الزخرف كالجرانيت واليوفير والرخام وغيرها .

### مقب الحياة القديمة : (الباليوزويك) (Palaeozoic Era)

يمثل هذا الحقب جزءاً كبيراً من مجموع الزمن الجيولوجي يقدر كما قدمنا بنحو ٣٠ ٪ من مجموعه . وتدلنا الحفريات الكثيرة التي وجدت دفيئة بين صفحات صخره أن سطح الأرض وجوف البحار كانت وقتئذ مرتعاً لأنواع من الحياة تختلف كل الاختلاف عن الكائنات الحية التي تعمر وجه الأرض الآن، فكانت من بينها أجناس وفصائل ورتب قد بادت و انقرضت فليس شيء يشابهها الآن على وجه الأرض كما أن على سطحها الآن من الفصائل الشائعة ما لم تكن قد ظهرت بعد . ( انظر اللوحة الرابعة والعشرين ) . \*

ومن أهم فصائل الحيوانات التي يختص بها هذا الحقب القديم الجرايتوليت ( Graptolites ) والتريلوبيت ( Trilobites ) التي عاشت واندثرت قبل انقضاء ذلك الحقب فلا أثر لها بين صخور الحقب الذي يليه . ( انظر رقى ١ و ٤ باللوحة الرابعة والعشرين ) .

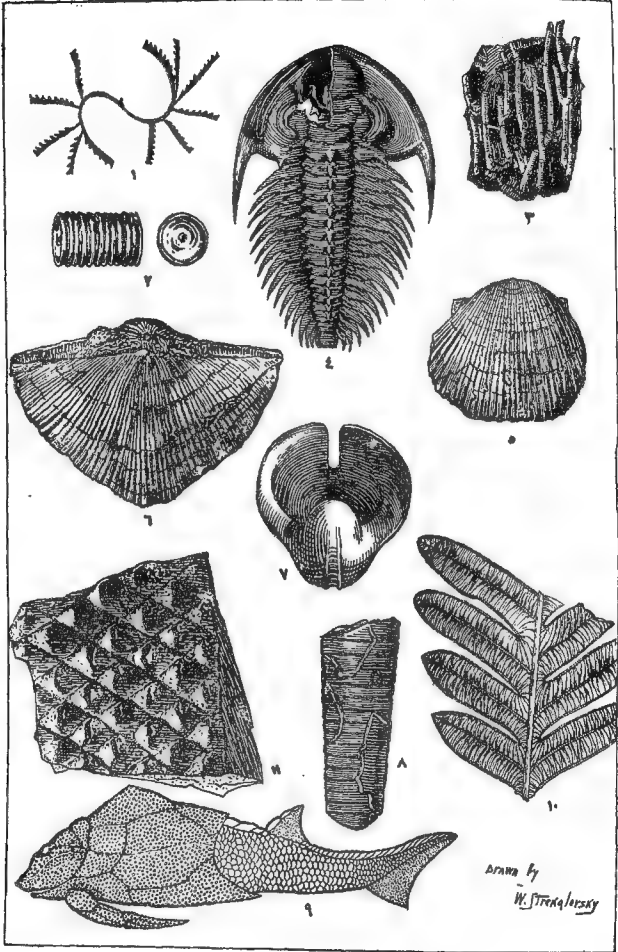
والجرايتوليت من فصيلة الحيوانات البحرية المعروفة باليوريفرا ( Porifera ) . وهي عبارة عن سلسلة متصلة من الخلايا يربط بعضها ببعض عمود دقيق . وقد تكون فردية مستقيمة أو مقوسة أو حلزونية وقد تكون متفرعة الى فرعين أو أكثر ( شكل ١ باللوحة ٢٤ ) .  
والتريلوبيت من فصيلة الحيوانات القشرية ( Crustacea ) تنقسم طويلاً ثلاثة أقسام هي الرأس والجسم والذنب وعرضياً ثلاثة أقسام أيضاً ( شكل ٤ باللوحة ٢٤ ) .

ومن أنواع الحيوانات أيضاً الشعاب المرجانية ( شكل ٣ باللوحة ٢٤ ) والحيوانات المحارية ( الشكين رقى ٥ و ٦ باللوحة ٢٤ ) وكلها من أنواع وأجناس بادت قبل

\* الحفريات المبينة باللوحة ٢٤ حسب الارقام المبينة أمام كل منها هي : —

- (١) جرايتوليت (Graptolites) . (٢) كرينويد (Crinoid) . (٣) شعب مرجاني (Syringopora) . (٤) تريلوبيت (Trilobites) . (٥) پرودكتوس (Productus) (٦) سبيريفر (Spirifer) . (٧) بليروفون (Belerephon) . (٨) ارثوسوراس (Orthoceras) . (٩) سمك پتريكتس (Pterichthys) . (١٠) نبات سرخسي (FERN) (١١) لبيدودندرون (Lepidodendron) .





مجموعة أمم الحفريات في صخور حقب الحياة القديمة  
( راجع هامش الصفحة المقابلة )



اتقضاء ذلك الحقب فلم يظهر أثر لها بين صخور الأحقاب التالية وليس لها وجود في البحار الحالية .

وقد كانت الأسماك أولى الحيوانات الفقرية التي ظهرت في البحار أبان ذلك الحقب . على أنها كانت تختلف اختلافاً بيناً عن أسماك البحار الحالية إذ لم تكن هياكلها العظمية قد صارت عظاماً تامة وكان يستعير عنها الحيوان بدرقة خارجية تغطي رأسه وجزءاً من جسمه ( انظر الشكل رقم ٩ باللوحة ٢٤ ) .

ومن الأسماك نشأت أنواع الأمفيبيا (Amphibia) وهي فصيلة الضفادع ، على أن ظهورها كان قرب انتهاء ذلك الحقب ومنها نشأت الزواحف التي كان لها شأن عظيم في حقب الحياة الوسطى .

ولم يكن للحيوانات الثديية أو الطيور أى أثر بين طبقات عصور ذلك الحقب . أما النباتات فلم تظهر منها في أول الأمر إلا أنواع بحرية دنيئة ثم بدأت بعد ذلك بزمن طويل النباتات الأرضية وهذه انتشرت بكثرة عظيمة في العصور المتوسطة من هذا الحقب . وكان من جراء تراكمها أن تكونت طبقات الفحم الحجري التي سيأتى ذكرها بعد . على أنها كانت دائماً من فصيلة النباتات الخفية التوالد ( Cryptogams ) ( أنظر الشكلين رقمي ١٠ و ١١ باللوحة الرابعة والعشرين ) .

وأغلب الصخور الراسبية التي تكونت في بحار ذلك الحقب رملية وطينية تتخللها أحياناً طبقات جيرية وقد بلغت هذه في بعض العصور سمكاً عظيماً . وتمتاز هذه الصخور القديمة بصلابتها واندماج جزئياتها وبلونها القاتم المائل للسواد وكلها صفات قد اكتسبتها : —

(١) من الضغط الذي وقع عليهما منذ تكوينهما من أجزاء ما رسب فوقهما من طبقات .

(٢) ومن جراء ما انتابها من تقلصات أرضية عنيفة .

فكان من أثر ذلك أن كثرت بينها أنواع الاردوزا والكوارتزيت والرخام .

وتكثر بين صخور ذلك الحقب أيضاً أنواع من الصخور البركانية كالحم والرماد مما يدل على نشاط البراكين إبان عصورها الأولى .

وقد قسمت طبقات الصخور التي تكونت في ذلك الحقب إلى ستة تكوينات ( Systems ) متتالية يرجع كل تكوين منها إلى عصر معين يتميز بأنواع خاصة من الحيوانات والنباتات .

وهذه التكوينات الستة هي على حسب ترتيبها من الأقدم إلى الأحدث : —  
الكبرى — الأردوفيسى — السيلورى — الديفونى — الكربونى —

البرمى .

( ١ ) التكوين الكمبرى (Cambrian System) . صخوره غالباً من الاردواز تنخله طبقات رملية من الكوارتزيت وتكثر بينها طفوح الحم والرماد البركاني .  
وتمتاز صخوره بكثرة ما بها من التريلوبيت وبعض الحيوانات الحارية البسيطة .

وقد كشفت هذه الصخور في مناطق عديدة بأوروبا وأمريكا ولكنها غير موجودة بالقطر المصرى ، مما يدل على أن هذا الجزء من سطح الأرض كان قارة معرضة للتعرية وليس مكاناً للرسوب .  
( ٢ ) التكوين الأردوفيسى (Ordovician) . يشبه كثيراً التكوين الكمبرى ويمتاز بأنواع الجرايتوليت والتريلوبيت التي تكثر بين طبقاته . وفيها أيضاً الشعاب المرجانية والقنادس البحرية وبعض الحيوانات الحارية .

وقد وجدت صخور ذلك العصر في أغلب المناطق التي وجدت بها طبقات التكوين الكمبرى وليس لها أى أثر بين الصخور المصرية .

( ٣ ) التكوين السيلورى (Silurian) . أهم صخوره الاردواز والكوارتزيت وكذلك طبقات سمكية من الصخور الجيرية الغنية بحفرياتها المختلفة . ومن بين هذه الحفريات أجناس من الشعاب المرجانية والقنادس البحرية والبراكيوبود ( Brachiopods ) والحلزونات والحيوانات الرخوة الأخرى ( Molluscs ) . وكذلك التريلوبيت والجرايتوليت ولو أنها أقل أهمية مما كانت عليه في العصور السابقة . وقد ظهرت لأول مرة إبان ذلك العصر النباتات الأرضية والحشرات والأسماك . وتوجد صخور التكوين السيلورى في كثير من البلاد وهي معروفة في الصحراء الأفريقية الكبرى ولكنها ليست ممثلة بين مجموعة الصخور المكونة للأرض المصرية .

( ٤ ) التكوين الديفونى (Devonian System) . هو إما من صخور رملية حمراء ( Old Red Sandstone ) تكثر بين طبقاتها حفريات الأسماك وإما من صخور جيرية غنية بأنواع من الحفريات أهمها الشعب المعروف بالكالسيفولا ( Calceola ) والكربونيد ( Crinoids ) وكذلك الحيوانات الرخوة الحارية والبراكيوبود .

ونظراً إلى كثرة الأسماك التي وجدت هياكلها دفينة بين صخور ذلك التكوين وإلى تعدد أنواعها يستدل على أنه كان للأسماك تفوق على جميع أنواع الحيوانات الأخرى مما دعا إلى تسميته

بعض الأسماك، وكانت هذه الأسماك كما قدمنا تختلف عن الأسماك الحديثة بعدم صيرورة هيكلها عظيماً تماماً، وقد عوضتها الطبيعة عن ذلك بدرقة تغطي الرأس وجزءاً من الجسم فتحجبها من الخارج ( انظر الشكل رقم ٩ باللوحة الرابعة والمقرن ) .

وفي الصخور الرملية وجدت أيضاً بقايا نباتات أرضية كانت شبيهة بنباتات العصر التالي له ( الكربوني ) وهي التي كان لها الفضل في تكوين طبقات الفحم الحجري كما سيأتي بيانه . وتوجد الصخور الديفونية في بلاد كثيرة وقد وجدت في أماكن مختلفة في أواسط صحراء افريقية على أنها لا أثر لها بين طبقات الصخور بالصحارى المصرية .

#### ( ٥ ) التكوين الكربوني ( Carboniferous System )

وقد سمي الكربوني أو الفحمي إشارة الى طبقات الفحم الحجري التي توجد بين طبقاته في كثير من البلاد . على أنه لا يفهم من ذلك أن الفحم الحجري صفة لازمة لذلك التكوين اذ لا يوجد الفحم الحجري الا في المناطق التي توافرت فيها الشروط للملائمة لتكوينه ابان ذلك العصر . وصخور هذا العصر نوعان :-

( أولاً ) بحرية أي تكونت على قيعان البحار، وهذه غالباً جيرية مكونة من الفورامينيفرا أو الشعاب المرجانية أو الكرينويد وبها كثير من حفرات البراكيوبود والحشرات الرخوة والحارونيات . وهي عادة صخور مندرجة متماسكة سوداء أو سمرراء أو بيضاء ويبلغ سمكها في بعض البلاد مئات من الأمتار كما في انكلترا وبلجيكا والولايات المتحدة .

( ثانياً ) قارية الأصل . أي تكونت في مستنقعات أو بحيرات حيث تكسدت بقايا نباتية تغطيها رواسب رملية وطينية . وأهم صخور هذا النوع هي الصخور الرملية والطينية وتخللها طبقات من الفحم الحجري تختلف سمكا من بضعة سنتيمترات الى عشرات من الأمتار .

#### كيفية تكوين الفحم الحجري

يدل التركيب الكيميائي للفحم الحجري على أنه نتيجة تراكم مواد نباتية ثم تحوّلها مع طول الزمن ومن تأثير ارتفاع الضغط والحرارة فيها الى الفحم الحجري . ومع أن الفحم الحجري مادة مندرجة لا ينفك شكلها الخارجى أو نظام جزيئاتها الداخلى عن أصلها النباتى الا أن اختباراه بالمحير قد يظهر أحيانا بقايا التركيب النباتى من خلايا وألياف .

وقد ذكرنا عند التكلم على الصخور في الباب الثانى من هذا الكتاب أنواعا من الرواسب النباتية كالبيت ( Peat ) واللينيت ( Lignite ) تعتبر حلقات في سلسلة العمليات التي لا بد أن تكون قد مرت بها أكاداس النبات في تحوّلها الى الفحم الحجري .

ومما تقدم لا نرى شكاً في أن الفحم الحجري يرجع تكوينه الأصلي الى تكسـد مواد نباتية . وقد قدمت نظريات عديدة لتفسير الحالات التي تكسدت فيها النباتات في غضون العصر الكربوني ويمكن تلخيصها في حالتين : —

( الأولى ) نمو النباتات في مستنقعات بحرية شاطئية تشبه المستنقعات المنتشرة الآن قرب فوهات بعض الأنهار ثم انفجارها في مكان نموها تحت رواسب من الرمال والغرين تكتسحها السيول والأنهار الى تلك المستنقعات .

( الثانية ) اكتساح المواد النباتية نفسها من أماكن بعيدة ورسوبها في بحيرات شاطئية غير عميقة حيث ترسب فوقها الرواسب الطينية والرملية .

وفي كلتا الحالتين فإن ما تعرض له هذه الرواسب النباتية من ارتفاع الضغط وازدياد الحرارة من جراء تراكم الرواسب الأخرى فوقها يحوّلها تدريجاً الى مواد متفحمة بفقدان العناصر غير الكربونية كالفازات والماء مع تركيز الكربون . فإذا كان الوقت الذي مضى منذ أن تكسدت النباتات في أول الأمر طويلاً فإن عملية التحول من النبات الى الفحم تكون تامة وهذا هو الحال في التكوين الكربوني حيث توجد أحسن أنواع الفحم الحجري .

أما في العصور التي هي أحدث من الكربوني فقد حدث في كثير من المناطق أن تراكم مواد نباتية تكونت منها طبقات من اللينيت وأنواع من الفحم الحجري رديئة لقلة نسبة الكربون بها مع ازدياد نسبة العناصر الأخرى . وذلك لأن الزمن الذي مضى عليها منذ تكوينها لم يكن كافياً لتتمام عملية التحول .

ويبدو من انتشار الفحم الحجري في كثير من البلاد أن الأحوال الجوية كانت علي العموم أكثر ملاءمة لنمو النباتات في غضون العصر الكربوني عما كانت عليه في العصور السابقة أو اللاحقة له .

ويستدل من حفريات النباتات التي وجدت بين طبقات الفحم الحجري أنها كانت من الأنواع الخفية التوالد ومن أشهرها السرخسيات (Ferns) والأييدودندرون

(Lepidodendron) والديجلاريا (Sigillaria) وكلها من الأنواع التي يكثر نموها في المستنقعات والسهول (انظر الشكلين رقمي ١٠ و ١١ بالالوحة الرابعة والعشرين).

وتظهر صخور العصر الكربوني بالقطر المصري في بقتين مبيتين باللون الرمادي على الخريطة الجيولوجية في آخر هذا الكتاب : —

(أولاً) بأواسط شبه جزيرة سيناء فوق قمم جبال من الجرانيت جنوبي سفح هضبة التيه . وهي عبارة عن طبقات من الحجر الرملي خالية من الحفريات ماعداً بعض آثار نباتية من نوع ليدودندرون (Lepidodendron) وتتخلل هذه الطبقات طبقات أخرى من الحجر الجيري غنية بحفريات من الشعاب المرجانية والبراكيوبود وغيرها . وتوجد أحياناً في هذه الطبقات الجيرية جيوب وطبقات من أكاسيد المنجنيز المختلطة بأكاسيد الحديد وهي تستغل في مناجم كبيرة قرب جبل أم بجما وتصدر للخارج لاستعمالها في صناعة بعض الأنواع من الفولاذ .

(ثانياً) بوادي العربة بالصحراء الشرقية قرب خليج السويس. وتشبه الطبقات في هذه البقعة الأخيرة مثيلتها في شبه جزيرة سيناء إلا أنها خالية من معدن المنجنيز فليست لها الأهمية الاقتصادية التي للأولى .

ومن وصف هذه الطبقات الكربونية يمكن استنباط أمرين : —  
(أولاً) أن الأحوال بالقطر المصري لم تكن ملائمة في غضون العصر الكربوني لنمو النباتات بكثرة تسمح بتكوين الرواسب النباتية التي إليها يرجع فضل تكوين الفحم الحجري .  
(ثانياً) أن التكوين الكربوني هو على العموم قارئ صحراوي بدليل تكوين طبقات من الحجر الرملي تتخلله فترة غطى البحر أثناءها بعض المناطق في سيناء وقرب خليج السويس فربست فيه الطبقات الجيرية السابقة الذكر .

#### (٦) التكوين البرمي (Permian System)

أغلب صخور هذا التكوين من الصخور الرملية تتخللها طبقات من الكونجولومات والطفل والدولوميت والملح والجبس تدل صفاتها على أنها تكونت في بحيرات مغلقة . على أنه في بعض البلاد توجد طبقات يرمية تكونت في بحار عميقة وهذه تخفى على أهم أنواع الحفريات المميزة لذلك التكوين . وأهم صفات العصر البرمي من وجهة أنواع الحياة فيه تساؤل الأنواع القديمة وإجتماع أنواع أخرى تحمل عليها وهي التي تكاثرت فيما بعد في العصور التالية . فقد تكاثرت فيه اللافقاريات وبدأ ظهور الزواحف . كذلك كان الحال في النباتات فقد ظهرت بينها أنواع كان لها شأن كبير في العصور التالية .  
وليس بين الصخور المصرية من الطبقات ما يمكن إرجاعه إلى ذلك التكوين .

#### عقب الحياة الوسطى (الميزوزويك) (Mesozoic Era)

كان هذا الحقب فترة سكون وهدوء لم تتعرض القشرة الأرضية فيه لمثل الجيولوجيا — م ٢٤

ها تعرضت له من حركات أرضية عنيفة إبان الحقب السابق . ولم تكن الأرض في غضون هذا الحقب المتوسط مسرحا لتفاعلات بركانية شديدة .

ومع أن البحار قد عدت على بعض أجزاء من الأرض فعمرتها وألقت فوقها برواسبها المختلفة إلا أن ذلك لم يكن نتيجة حركات عنيفة من نوع التي أدت في الأحقاب الأخرى إلى رفع سلاسل الجبال العظمى .

كذلك كانت هنالك براكين في بقاع مختلفة ولكنها لم تبلغ الشأو والانتشار اللذين بلغتاهما في العصور السابقة . وليس للصخور البركانية شأن كبير بين صخور تكاوين الحقب المتوسط .

وقد كانت أنواع الحياة من نبات وحيوان تختلف في مجموعها عنها في عصور الحقب القديم\* فبادت من بينها فصائل كانت قد أinctت وازدهرت في العصور الأولى كالتريلوبيت والجرابتوليت وانتشرت بدلا عنها اجناس اختص بها هذا الحقب كالأمونيت (Ammonites) والبلمنيت (Belemnites) التي بدأت مع ابتداء ذلك الحقب واندثرت قبل انتهائه فأصبحت من أخص مميزاته .

والأمونيت (شكل ١ باللوحة ٢٥) جنس من الحيوانات المحاربة الرخوة محارته مستديرة الشكل مفلطحة في التواءات حلزونية بداخلها تجويف حلزوني مقسم إلى غرف أكبرها الغرفة الخارجية التي كان يسكنها الحيوان . وتنفصل هذه الغرف بعضها عن بعض قطاعات مجمدة . وقد كان من هذا الجنس نحو أربعة آلاف نوع يختلف بعضها عن بعض في حجمها وشكلها وزخرفها الخارجي . أما البلمنيت (شكل ٢ باللوحة ٢٥) فهو حيوان ذو محارة سوداء مستطيلة أعلاها مجوف حيث كان يسكن هذا الحيوان وأسفله ينتهي بنقطة حادة .

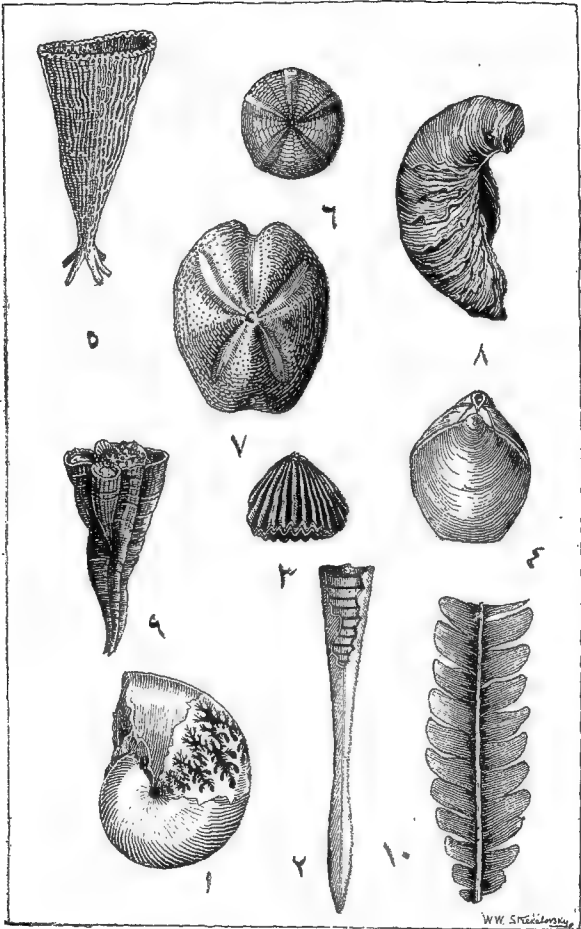
ومن أنواع الحيوانات التي تكاثرت في العصور الجيولوجية الوسطى الشعاب المرجانية التي كانت تشبه الشعاب التي تنمو الآن في بحار المناطق الاستوائية .

\* أسماء الحفريات المبينة باللوحة ٢٥ حسب الأرقام المبينة أمام كل منها هي:—

- (١) أمونيت (Ammonites) . (٢) بلمنيت (Belemnites) . (٣) رينكونيلا (Rhynchonella) . (٤) تريبراتولا (Terebratula) . (٥) اسفنج فنتريكونوليس (Ventriculites) . (٦) هولكتيپوس (Holoctypus) . (٧) هيميستر (Hemiaster) . (٨) أوستريا (Ostrea) . (٩) رودستا (Rudistae) . (١٠) نبات سرخسي (Fern) .



(اللوحة ٢٥)



مجموعة أهم الحفريات في صخور حقبة الحياة الوسطى بالقطر المصري  
(راجع هامش الصفحة القابلة)



وكثر كذلك القنافذ البحرية ( Sea-urchins ) فكان منها أنواع خماسية منتظمة مثل نوع هولكتيپوس ( Holoctypus ) ( شكل ٦ باللوحة ٢٥ ) وأنواع غير منتظمة مثل نوع هيميماستر ( Hemiaster ) ( شكل ٧ باللوحة ٢٥ ) . وكثر أيضا الحيوانات المحارية الرخوة كالأوستريا ( Ostrea ) ( شكل ٨ باللوحة ٢٥ ) وغيرها .

وكانت أنواع البراكيوبود ( Brachiopod ) أشبه بمشلائها التي عاشت في العصور القديمة ولكنها أرقى وأكثر تعقيدا في تركيبها الداخلي ومنها الرينكونولا ( Rhynchonella . ) ( شكل ٣ باللوحة ٢٥ ) والتريراتولا ( Terebratula ) وهي تشبه الأنواع التي في البحار الحالية ( شكل ٤ باللوحة ٢٥ ) .

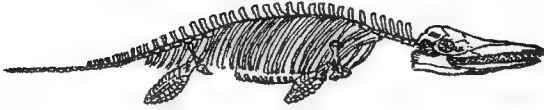
وكثر الحشرات فكانت منها أنواع أشبه بالحشرات الحالية .

ومن الحيوانات الفقرية الأسماك التي ارتقت عن الأنواع التي عاشت في العصور القديمة فاستبدلت درقتها العظمية الخارجية بقشور قابلة للانثناء وهذه لاشك جعلت للأسماك حرية أكبر في حركتها فكانت أكثر شها بالأسماك التي نعرفها الآن . ومن صفادع العصور القديمة نشأت الزواحف ( Reptiles ) التي انتشرت وتكاثرت في هذا الحقب فبلغت أكبر شأوها إبان عصوره الوسطى . وقد بلغ بعضها حجما عظيما كما تدل على ذلك هياكلها العظمية المتحجرة التي وجدت دفينة في صخور ذلك الحقب بأوربا وأمريكا وآسيا . وهي فخر متاحف التاريخ الطبيعي بتلك البلاد .

وقد تنوعت الزواحف في العصور الجيولوجية الوسطى فكان منها ما عاش في البحار ومنها ما عاش على الأرض ومنها ما كان يطير في الهواء .

ومن أشهر أنواعها المائية : —

الايكتيوسور ( Ichthyosaurus ) الذي كان يجمع بين صفات الأسماك والزواحف . ( شكل ١٠٦ ) .



( شكل ١٠٦ ) هيكل عظمي لحيوان الأليزيوسور

والإليزيوسور ( Plesiosaurus ) الذي كان يشبه السحالي بطول عموده الفقري المكون من ٣٣ فقرة ورأسه الصغير . ( شكل ١٠٧ ) .

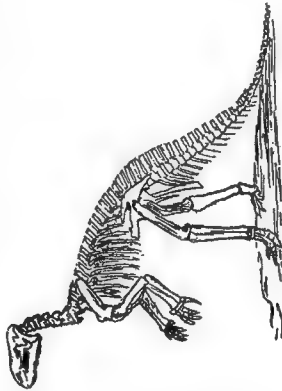
أما الزواحف الأرضية فقد بلغ بعضها حجما يكاد لا يتصوره العقل ومن أشهرها الأنواع الآتية :-

الايوانودون ( Iguanodon ) الذي كان يشبه الكنجاو الحالى من حيث قصر يديه وطول رجليه وقد وجدت منه نماذج فى بلجيكا تبلغ طول الواحدة منها عشرة أمتار وطول الذيل وحده خمسة أمتار . ( شكل ١٠٨ ) .

( شكل ١٠٧ ) هيكل عظمي لحيوان الأليزيوسور البرنتوسور ( Brontosaurus ) ذو الرأس الصغير والرقبة والذيل الطويلين وقد يبلغ طول بعض الهياكل التى عثر عليها من هذا النوع نحو ١٦ متراً .



( شكل ١٠٧ ) هيكل عظمي لحيوان الأليزيوسور



( شكل ١٠٨ ) هيكل عظمي للايوانودون

الديبلودوكوس ( Diplodocus ) فقد وجد بأمريكا وطوله ثلاثون متراً وارتفاعه ستة أمتار ولم يكن رأسه أكبر من رأس حصان عادى .



(شكل ١٠٩) هيكل عظمى  
لحيوان التروداكتيل

وكانت الزواحف الطائرة أشبه في تركيبها بالغفاس المعروف الآن اذ كانت تطير بواسطة غشاء رقيق يمتد من خنصر اليد الى الجسم فيقوم بوظيفة الجناح . وأشهر أنواعها التروداكتيل (Pterodactyl) . ( شكل ١٠٩ ) .

ومن هذه الأنواع نشأت في أواخر هذا الحقب أنواع من الطير ذات أسنان ومنها ارتقت أنواع الطيور الحالية التي لم تنتشر الا في العصور الجيولوجية الحديثة .

ولم تظهر الحيوانات الثديية (Mammals) قبل أواخر هذا الحقب على أنها كانت قليلة الأهمية من نوع الكنجرارو (Marsupials) التي تحمل صغارها في كيس معلق ببطنها . على أن هذه الفصيلة لم تبلغ شأوها الأعظم الا في عصور الحقب الحديث كما سيأتى .

وكانت نباتات ذلك الحقب من أنواع أرقى من نباتات الحقب السابق فتضاءلت الأنواع غير المزهرة التي كانت تزدهم بها غالب العصر الكربوني وأخذت مكانها أنواع من الخروطيات ( Cycads & Conifers ) لا تزال مثيلاتها تنمو الآن في المناطق الاستوائية . ثم في أواخر ذلك العهد بدأ ظهور النباتات الزهرية (Angiosperms) فكان منها أنواع النخيل والماجنوليا وغيرها مما فاقت جميع أنواع النباتات في العصور الجيولوجية الحديثة .

فما تقدم نرى أن أنواع الحياة النباتية والحيوانية التي عاشت إبان العصور الوسطى وتركت حفرياتها في ثنايا صخور تكاوينها هي وسط بين القديم والحديث فترجع أنواعها الى أسلاف عاشت في العصور القديمة كما أنها بدورها نشأت منها الأنواع التي ترعرعت في العصور الحديثة والتي منها تدرجت الأنواع التي تعيش على الأرض وفي البحار الآن . وفي هذا برهان واضح على أن الحياة في هذا

الكوكب سلسلة متصلة حلقاتها ابتدأت منذ أن خلقها الله على وجه الأرض وبقيت في رقى متدرج حتى وصلت الى ما نعرفه الآن .

أما الصخور التي تكونت في العصور الجيولوجية الوسطى فهي غالباً من الصخور الراسبة وتكثر بينها الصخور الجيرية الغنية بمحجرياتها وهي عادة في طبقات قليلة السمك وتتغير في امتدادها الأفقي من جيرية الى رملية فطينية وهلم جرا . وهي صفة تلازم الرواسب البحرية التي تكونت على مقربة من الشواطىء .

ولم تتأثر طبقات صخور ذلك الحقب بما تأثرت به صخور العصور القديمة من حركات وتقلصات أرضية فتراها على امتدادها اما محتفظة بأفقيتها أو في تجاعيد خفيفة لاتعتمدها الفوالق . وليس به أثر يذكر للتفاعلات البركانية .

وينقسم الحقب المتوسط الى ثلاثة عصور لكل منها تكوينه الخاص وهي على حسب ترتيب أقدميتها : —

الترياسي — الجوراسي — الكريتاسي ( الطباشيري ) .

#### (١) التكوين الترياسي (Triassic System)

يوجد هذا التكوين على حالتين مختلفتين : —

( الأولى ) عبارة عن طبقات رملية تتخللها طبقات طينية ومنها الجبس والأملاح تدل صفاتها على أنها تكونت في بحيرات صحراوية مالحة .

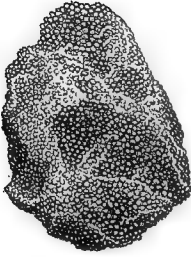
( الثانية ) من الأحجار الجيرية الغنية بمحجرياتها . وهي الأكثر شيوعاً في الأرض ومنها تتكون بعض أجزاء جبال الألب والكريبات بأوروبا .

ويستدل من شيوع التكوين في حالته الأولى بكثير من بلاد شمال أوروبا على أن ذلك الجزء من القارة الأوروبية كان صحراء قفرة في عصور ذلك العصر .

أما في القطر المصري فلم تكشف حتى الآن صخور بها حفريات من الأنواع التي عاشت في العصر الترياسي

#### (٢) التكوين الجوراسي (Jurassic System)

من أهم طبقاته الأحجار الجيرية المحبة (Oolitic-limestone) المكونة من حبيبات مستديرة ممسك بعضها بعضاً وهي شبيهة بيويضات الأسماك ومن ثم نشأت تسميتها (انظر الشكل رقم ١١٠) .



(شكل ١١٠) قطعة من الحجر  
الجيري المحب

وأهم أنواع الحفريات بها الأمونيت والبلمينيت والزواحف التي بلغت شأنا عظيما إبان ذلك العصر وتركت بين ثنايا طبقاته عدداً كبيراً من حفرياتها .

أما في القطر المصري فقد كان وجود طبقات هذا التكوين مجهولاً حتى وقت قريب فكشف أولاً في جبل المغارة في شمال شبه جزيرة سيناء ثم في بقعة صغيرة عند السفح الشمالي لجبال الجلالة البحرية قرب شاطئ خليج السويس .

وهي في حالتها الآن عبارة عن طبقات من الحجر الرملي تتخلها طبقات من الحجر الجيري والطفلي وتحتوي حفريات كثيرة من الأمونيت والتيرياتولا والريتكونا وكلها لا أنواع معروفة في التكوين الجوارسي بأوروبا وتدل اذن على أن البحار التي تكونت فيها هذه الطبقات كانت على اتصال مباشر مع البحار التي رسبت على قاعها رولسب الجوارسي بأوروبا .

### (٣) التكوين الكريتاسي ( الطباشيري ) (Cretaceous System)

سمى بهذا الاسم لأن أهم الطبقات التابعة له في كثير من أنحاء الدنيا وخصوصاً غرب أوروبا هي من الطباشير وهو باللاتينية (Creta) .

ويتكون الطباشير في بحار عميقة هادئة ذات مياه راغثة لا تدخل إليها أنهار تمكروها بما تحمله من رمال ومواد معدنية أخرى . مثل هذه البحار تلاثم تكاثر بعض أنواع الحيوانات المحارية المجهرية مثل الفورامينيفيرا (Foraminifera) ومن تراكم محاراتها تتكون الرواسب الطباشيرية (راجع الشكل رقم ٤٢) .

ومن أخص سمات هذا التكوين كثرة الفورامينيفيرا وبعض أنواع الاسفنج مثل الفتريكوليتس (Ventriculites) (شكل ٥ باللوحة ٢٥) والنفاذ البحرية (Sea-urchins) مثل الميكراستر (Micraster) . ومن الحيوانات المحارية الرخوة (Molluscs) الأستريا (Ostrea) والاكسوجيرا (Exogyra) والرودستا (Rudistae) وهذا النوع الأخير لا يوجد الا في صخور هذا التكوين (شكل ٩ باللوحة ٢٥) . وفيه توجد آخر أنواع الأمونيت ويغلب من بينها أنواع مفككة الحلقات مثل الاسكانيتس (Scaphites) . ومن الزواحف نوع الايجوانودون (Iguanodon) الذي سبقت الإشارة اليه . والتكوين الكريتاسي في أغلب أجزاء القارة الأوروبية عبارة عن طبقات من الأحجار الرملية والطينية تملوها طبقات سمكية من الطباشير .

أما في القطر المصري فالصخور التابعة للعصر الكريتاسي تظهر على السطح في مساحات واسعة بالصحرارى على جانبي وادى النيل وفي الجزء الشمالى من شبه جزيرة سيناء وهي على نوعين :-

(١) الطبقات السفلى وهي المعروفة بالحجر الرملي النوبي (Nubian Sandstone) وهو عبارة عن طبقات من الحجر الرملي تملو عادة الصخور النارية والمتحولة القديمة في شمال السودان والجزء الجنوبي من القطر المصري وصحراء ليبيا وحول هذه الصخور القديمة في الصحراء الشرقية كما أنه يظهر فوقها في شبه جزيرة سيناء . وتوزع هذا التكوين مبين على الخريطة الجيولوجية بلون اخضر غامق .

وتدل صفاته على أنه تسكون قارى ناتج عن تفتت الصخور النارية القديمة . وهو خال من الحفريات الا من بعض أوراق الأشجار التى منها يستدل على تبعيةه للتسكون الكريتاسى .  
وتوجد بين طبقاته رواسب أكاسيد حديدية تصلح لصناعة الأصباغ وتستغل في مناجم قرب أسوان .

(٢) الطبقات العليا وهى طبقات من الطفل والصخور الجيرية والطباشير غنية بحفرياتها من التنباذ والمحارات البحرية وتعلو الحجر الرملى النوبي متددة من الواحات الداخلة والخارجة بصحراء ليبيا الى وادى النيل قرب ادفو واسنا ثم فى الصحراء الشرقية الى البحر الأحمر . أما فى شبه جزيرة سيناء فتمتد فى مساحات واسعة بهضبة التيه . وقطير هذه الطبقات فى قبو عند جبل أبو رواش شمال أهرام الجيزة . وقد تبين توزيع هذا التكوين بالحريطة الجيولوجية لالون الاخضر الباهت .  
ومن المواد المعدنية الصالحة للاستغلال ضمن هذه الطبقات الفوسفات الذى يوجد فى طبقات غنية بفوسفات الكسيوم ويستغل قرب القصير وسفاجه على البحر الأحمر وقرب أسنا فى وادى النيل . ويعمل فى صناعة بعض أنواع السماد للزراعة . ويرجع تكوين هذه الطبقات الفوسفاتية الى تراكم عظام حيوانات بحرية من الأسماك والزواحف يستدل عليها من بقايا عظامها وأسنانها المدفونة بهذه الطبقات .

كذلك تحتوى بعض الطبقات الطينية العليا املاح نترات الصوديوم مما يجعلها صالحة لتسميد بعض أنواع المزروعات . ولهذا يستعملها مزارعو مديريات أسوان وقنا وجرجا لتسميد القصب والفلال .

### عقب الحياة الحديثة (الطليوزويك) (Cainozoic Era)

وترجع تسميته الى الشبه الكبير بين ما كانت تعيش فيه من نباتات وحيوانات وما يعيش منها الآن مع العلم أن (cainos) كلمة يونانية معناها حديث أو جديد وكلمة (zoon) كلمة أخرى معناها حياة .

وقد بدأ ظهور الفصائل والأسر والأجناس الحالية من حيوانات ونباتات مع ابتداء هذا الحقب وصارت تزايد نسبتها كلما تقدمنا فيه . فكانت مجموعة الحياة تزداد شها بالمجموعة الحالية . وكان فى ذلك تدرج من الحياة الوسطى الى الحياة الحالية .

وكانت أجناس الأمونيت والبلمنيت التى اختصت بها العصور الجيولوجية الوسطى قد اندثرت شيئاً فشيئاً قبل بزوغ الحقب الحديث . كذلك بادت الزواحف الكبرى التى تفوقت فى تلك العصور على باقى الحيوانات ولم تترك وراءها من تلك الفصيلة سوى أجناس قليلة الأهمية صغيرة الحجم هى التى بقيت على وجه الأرض الآن كالسحالى والتماسيح والأفاعى .



ومن أخص مميزات أنواع الحياة في ذلك العهد النُوموليت (Nummulites) والسرِيثيوم (Cerithium) وهى لم تكن قد ظهرت قبل ذلك : ومن الحيوانات الفقرية امتازت الثديية (Mammals) فتفوقت على باقى أنواع الحيوانات جميعا . وبلغت المملكة النباتية ما لم تكن قد بلغت قبل ذلك من تنوع اجناسها وانتشارها وتوزيعها .

ويقدرون عدد أنواع الحيوانات التى عاشت فى عصور الحقب الحديث بنحو ٢٠ ألف نوع أهمها تابع للآجناس الآتية : —

النُوموليت (Nummulites) — وهى حيوانات من فصيلة الفورامينيفرا ( Foraminifera ) تسكن الى هيكَل جبرى مستدير يختلف حجما وشكلا من حبة العدس الى القطعة ذات العشرين قرشا . وقد كانت استدارتها ورقتها التى جعلتها شبيهة بقطع النقد سببا فى تسميتها . فاذا قطعت نصفين رؤيت منقسمة فى الداخل الى خلايا صغيرة مرتبة فى صفوف حلزونية يفصل بعضها عن بعض حواجز رقيقة ( انظر الشكل رقم ١ باللوحة ٢٦ ) . وقد اقتصرت حياة النُوموليت على العصر الأول من عصور هذا الحقب وتكاثرت فيه وكان من جراء تراكم محاراتها أن تكونت الأحجار الجيرية النُوموليتية ومنها أحجار جبل المقطم وهضبة أهرام الجيزة . ومن القنافذ البحرية جنس الأكينولامباس ( Echinolampas ) . ومن الحيوانات الرخوة (Molluscs) السريثيوم (Cerithium) وهى من القواقع ذات المحارات الحلزونية المزخرفة من الخارج بأزرار وخطوط وقد بلغ بعض أنواعها حجما كبيرا .

ومنها أيضاً البلانوربس (Planorbis) وكانت تسكن المياه العذبة .

ومن الحيوانات ذات المحارات اللزدوجة (Lamellibranchs) الأوستريا ( Ostrea ) ( شكل ٦ باللوحة ٢٦ ) . والپكتن ( Pecten ) ( شكل ٧ باللوحة ٢٦ ) . واللويسينا ( Lucina ) ( شكل ٢ باللوحة ٢٦ ) .

وقد انتشرت الحشرات انتشاراً كبيراً وذلك يرجع لانتشار النباتات المزهرة. فكان من بينها أنواع النحل والبعوض والتحل والقراش وقد حفظت حفريات بعضها بحالة جيدة جداً داخل قطع الكهرباء (الكهرمان) الذي هو عبارة عن صمغ بعض الأشجار الصنوبرية التي كانت منتشرة في غابات ذلك الحقب.

ومن الحيوانات الفقرية الأسماك وكانت تشبه الأسماك الحالية كل الشبه. والأمفيبيا (الضفادع) والزواحف التي كان من بينها السحالي والثعابين والسلاحف والتماسيح التي لا تختلف كثيراً عن مثيلاتها في الوقت الحالي.

ومن الطيور التي اندثرت الأنواع ذات الأسنان التي كانت قد نشأت في أواخر العصور الوسطى وأخذت مكانها أنواع لا أسنان لها تشبه الطيور الحالية.

أما الحيوانات الثديية (Mammals) فقد بلغت أقصى حدود الكمال في ذلك الحقب وتفاوتت على باقي أنواع الحياة جميعاً.

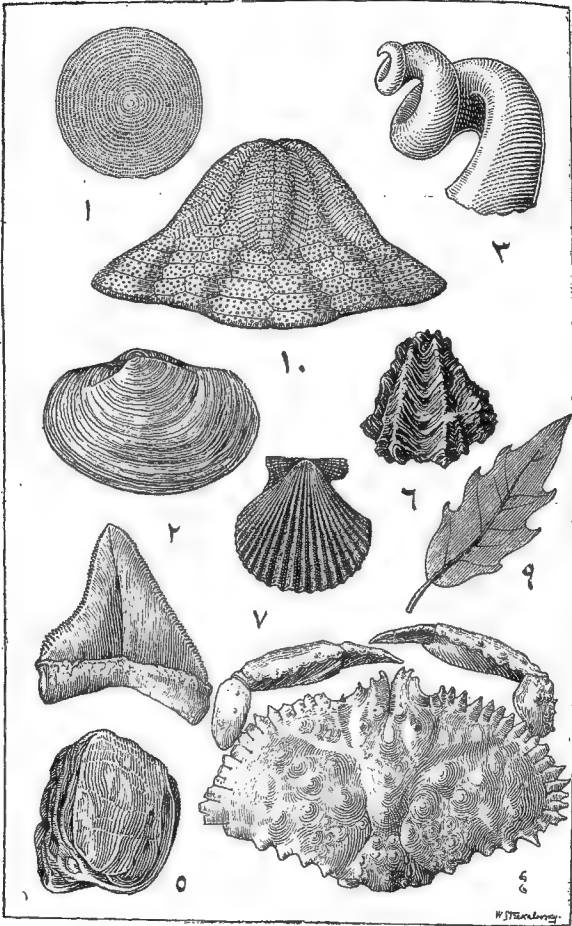


(شكل ١١١) جمجمة الماستودون  
أحد أسلاف الفيل

ومن الهياكل العظمية التي وجدت مدفونة في باطن صخور ذلك الحقب أمكن تتبع الحفلات المختلفة في نشوء بعض الأجناس التي تعيش على الأرض الآن. فالفيل مثلاً نشأ في العصور الأولى من ذلك الحقب من جنس الماستودون (Mastodon) وهو حيوان بلغ طوله ١٢ م من الأمتار وارتفاعه ٤ أمتار وله نابان في كل من الفك الأعلى والأسفل.

أسماء الحفريات المبينة باللوحة ٢٦ حسب الأرقام المبينة أمام كل منها هي:—

- (١) نوموليت (Nummulites). (٢) لوسينا (Lucina). (٣) ناتيكا لونجما (Natica longa). (٤) سرطان بحري (Crab). (٥) فاكهة متحجرة (Fossil-fruit). (٦) أوستريا (Ostrea). (٧) بكتن (Pecten). (٨) سن الحوت (Shark's tooth). (٩) ورقة شجر (Tree-leaf). (١٠) كليبيستر (Clypeaster). وقد سقط تمييزه باللوحة.



مجموعة أهم الحفريات في صخور حقبة الحياة الحديثة بالقطر المصري  
(راجع هامش الصفحة التالية)





وقد كان الماستودون منتقراً في القارة الأوروبية  
وقتشذ ووجدت عظامه في منطقة الفيوم في طبقات  
الصخور الترية من بحيرة قارون .

ومن الماستودون نشأ في أواسط ذلك الحقب  
جنس الدينوثيريوم (Dinotherium). وكانت  
حيواناً عظيماً يزيد ارتفاعه على خمسة أمتار وكان  
طول رأسه وحدها مترين وكان له نابان مقوسان  
في الفك الأسفل .

ومن هذا الجنس نشأت الفيلة العادية في أواخر  
ذلك الحقب .

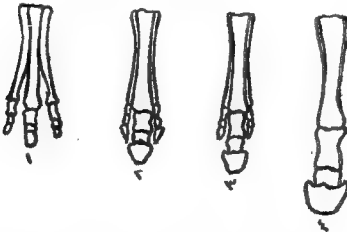
(شكل ١١٢) جمجمة الدينوثيريوم  
أحد أسلاف الفيل



كذلك أمكن تتبع نشوء الحصان في سلسلة  
من الأجناس تحولت تدريجياً من حيوانات تمشي  
على أقدام ذات خمسة أصابع إلى الحصان الحالي  
الذي يدل تركيب عظام أرجله على أن كلا منها  
عبارة عن أصبع واحد وأن الأربع الأخرى  
تضاءلت تدريجياً ثم فقدت نهائياً ( انظر الشكل  
رقم ١١٤ ) .

وهكذا الحال في جميع أنواع الحيوانات فقد  
أمكن تتبع أسلافها في سلسلة متصلة من الأجناس  
يتلو كل منها ما سبقه .

(شكل ١١٣) جمجمة الفيل الحالي



(شكل ١١٤) يوضح تركيب أرجل الأجناس التي أدت بتطورها إلى نشوء الحصان الحالي .  
١ . باليوثيريوم ( Palaeotherium ) . ٢ . انكثيريوم ( Anchitherium ) . ٣ . هياربون  
( Hipparion ) . ٤ . الحصان ( Horse ) .

ومن أنواع الليمير ( Lemurs ) التي عاشت في أوائل ذلك الحقب نشأت القردة في أواسطه . ولم يأت آخر الحقب حتى بدأت تظهر على سطح الأرض أنواع من الحيوانات تجمع بين صفات الفرد والانسان وقد تكون إحدى الحلقات بينهما . ومن هذا النوع الحفريات التي وجدت بمجريرة جاوه ولنا سميت بيشكانثرويس ( Pithecanthropus ) .

وفي مملكة النبات انتشرت النباتات المزهرة فكانت منها في أوروبا أنواع معروفة الآن في المناطق الحارة كالنخيل والكافور وغيرها مما يدل على أن جو تلك المناطق كان حاراً في ذلك الوقت . فاذا انتصف الحقب تغيرت الحال وظهرت أنواع البلوط وما يشابهها من نباتات المناطق المعتدلة وفي ذلك برهان على التغير المتدرج الذي تولى الجو حتى انتهى الى عصر الجليد الذي سبق العصر الحالي بالقارة الأوروبية .

ولم تكن القشرة الأرضية إبان ذلك العهد على الثبات النسبي الذي تتمتع به أثناء العصور الوسطى بل انتابها من التقلصات ما أدت إلى رفع سلاسل الجبال الكبرى كالبرانس والألب والهملايا وغيرها وانتهى بتوزيع اليابس والماء إلى الحالة التي نعرفها الآن .

وقد اصطحبت هذه التقلصات تفاعلات بركانية بلغت في بعض البلاد حداً كبيراً فتفجرت البراكين واندلعت منها الحمم التي ترى آثارها في كثير من البلدان . ولقد كان نصيب مصر من ذلك سلخود البازلت التي تحترق أغلب صخورها ومنها البازلت المشهور بأبي زعبل وقرب الفيوم وعلى طريق السويس . ومن أهم الصخور الراسبية التي تكونت في ذلك الحقب الحجر الجيري النوميوليتي ( Nummulitic Limestone ) الذي يبلغ سمكاً عظيماً في بعض البلاد المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط كفرنسا والجزائر . وفي القطر المصري يغطي مساحات واسعة على جانبي وادي النيل من القاهرة حتى قنا .

وفيما عدا هذا الصخر فيغلب في صخور الحقب الحديث أن تكون قليلة الصلابة غير متماسكة وتتغير تغيراً سريعاً من مكان لآخر شأن كل الصخور التي تكونت

في مياه قليلة العمق . ومنها الرمل والحصى والطين وكذلك الجبس والملح وهذه الأخيرة كان تكوينها في بحيرات مالحة .

ولقد قسبت طبقات الحقب الجديث قسمين عظيمين : —

( ١ ) الثلاثي ( Tertiary ) .

( ٢ ) الرابعي ( Quaternary ) .

ويتكون القسم الثلاثي من أربعة عصور لكل منها تكوين خاص به . وقد اتخذ أساساً لهذا التقسيم نسبة ما بكل تكوين من حفريات الحيوانات الرخوة ( Molluscs ) التي لم تنقرض أنواعها بعد . والتكوين بحسب ترتيبها من الأقدم الى الأحدث هي : —

( ١ ) الأيوسين ( Eocene )

٣ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن . ولذلك تسمى فجر الحياة الحديثة ( فجر eos ) .

( ٢ ) الأوليوسين ( Oligocene )

١٠ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن . والاسم مشتق من الكلمة اليونانية ( oligos ) بمعنى قليل .

( ٣ ) الميوسين ( Miocene )

١٧ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن . والتسمية من الكلمة اليونانية ( mios ) بمعنى أقلية .

( ٤ ) البليوسين ( Pliocene )

من ٣٥ الى ٩٥ ٪ من حفريات الحيوانات الرخوة به من أنواع لا تزال حية الآن . والتسمية مشتقة من الكلمة اليونانية ( plios ) بمعنى أكثر .

ويتكون القسم الرابع من تكوينين : -

( ١ ) البليستوسين ( Pleistocene )

وجميع حفرياته من أنواع لا تزال حية والتسمية من كلمة يونانية ( pleistos ) بمعنى الأكثر .

( ٢ ) التكوين الحديث ( Recent )

وهو الذى يشمل الصخور التى لا تزال فى دور التكوين حتى الآن . كغرين النيل ورمال الصحاري .

( ١ ) القسم الثالث ( Tertiary )

( ١ ) التكوين الأيوسيني ( Eocene System )

أهم صخوره الحجر الجيري النوموليت ( Nummulitic Limestone ) الذى يتكون من تكديس محارات النوموليت ويحتوى على أنواع كثيرة من الحفريات الأخرى . ويمتد فى البلاد المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط وكذلك فى أواسط آسيا حتى الصين واليابان . وقد يبلغ سبكه مئات الأمتار من طبقات بعضها رخوة وبعضها صلبة وكلها مركبة من محارات النوموليت والفورامينيفرا الأخرى .

وتوجد طبقات هذا العصر فى القطر المصرى ممتدة على جانبي وادي النيل من القاهرة حتى قنا . ومنها تتكون الهضاب المتسعة فى الجزء الشمالى من صحراء ليبيا والصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء . ويمكن تقسيم هذا التكوين الأيوسيني الى قسمين : -

( ١ ) الطبقات السفلى وهى عبارة عن صخور جيرية نوموليتية ناصعة البياض تتكون منها الهضبة الممتدة على جانبي وادي النيل ومنها تغتلع أحجار البناء بالقاهرة وجميع بلاد الوجه القبلى ما عدا أسوان .

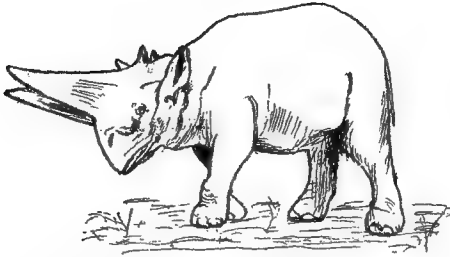
وبها أنواع مختلفة من الحفريات كالسيريثيوم ( Cerithium ) وأسنان الأسماك والسرطانات البحرية ( Crabs ) وغيرها .

( ٢ ) الطبقات العليا وهى عبارة عن طبقات طينية رقيقة تتخللها طبقات رملية وطينية وتحتوي جميعا على أنواع مختلفة من الحفريات المحارية كالأوستريا ( Ostrea ) .

يغلب فى هذه الطبقات أن تكون صفراء أو حمراء اللون من اختلاطها بالمرقة (أكسيد الحديد) . وتوجد هذه الطبقات فى الأجزاء العليا من جبل المقطم الذى يرى أسفله ناصع البياض وقته سمراء اللون مائلة للاحمرار . ويمتد من هذا الجبل معاذات طريق السويس وتغطي جزءا كبيرا من شمال الصحراء الشرقية وكذلك بالبحر الأحمر القريبة .

وتحيط بمنخفض الفيوم هضبة من هذه الصخور وقد وجدت بين طبقاتها عظام متحجرة لحبوان يائد سمي الأرسينوثيريوم ( Arsinoitherium ) لم يسرف حتى الآن فى أى مكان آخر . ( أنظر الشكل ١١٥ ) .





(شكل ١١٥) صورة تخيلية لحيوان الأرسينوثيريوم مستنبطة من المقام التي كشفت  
قرب الفيوم. (الجم من حجمه الطبيعي)



وتدل عظام الأرسينوثيريوم المحفوظة  
بالمتحف الجيولوجي بالقاهرة على أنه كان  
حيواناً كبير الحجم يبلغ طوله ٣٠ متر  
وارتفاعه ٢ متر ويبلغ طول رأسه نحو  
متر تقريباً . له قرنان كبيران وتدل أسنانه  
على أنه كان من أكلة الحشائش ( أنظر  
الشكل رقم ١١٦ ) .

(شكل ١١٦) جمجمة الأرسينوثيريوم موجودة  
في نفس الطبقات التي وجد بها  
الأرسينوثيريوم وجدت بقايا حيوانات  
بالمتحف الجيولوجي بالقاهرة (٣٠ من حجمها الطبيعي)  
كبيرة أخرى منها بعض أسلاف الفيل والسلحفاة وغيرها .  
(٢) التكوين الأليجوسيني (Oligocene System)

ذكرنا عند التناكلم عن التكوين الأيوسيني بالفطر المصري أن طبقاته السفلى مخزونة جيوية .  
تومولية تكونت في بحار عميقة بينا الطبقات العليا صخور رملية أو طينية تحتوي على حفريات  
تدل على رسوبها قرب الشواطئ . ففهم من ذلك أنه كانت هناك حركة أرضية بطيئة أدت الى رفع  
قاع البحر تدريجياً . وباستمرار هذه الحركة تراجع البحر شمالاً وترك الأراضي المصرية جافة في  
عصر الأليجوسين فكل ما تكون عليها من مخزونة ذلك العصر هو إما من أنواع الصخور  
للشاطئية وإما من التي تكونت في بحيرات أو أنهار أو مستنقعات .

ويظهر أن هذه الحالة كانت أيضاً في القارة الأوروبية حيث معظم طبقات الأليجوسين من  
هذا النوع . وقد كانت حركة الرفع العامة هي التي أدت في نهاية الأمر الى رفع بعض سلاسل  
الجبال العظيم كجبال الألب الشهيرة .

وصخور الأليجوسين في الفطر المصري عبارة عن طبقات من الحصى والرمل والأحجار  
الرملية تحتوي أحياناً على بقايا أشجار متحجرة وتمتد من وادي النيل قرب القاهرة شرقاً الى برزخ  
السويس وغرباً الى منخفض القطارة قرب واحة سيوة .

« والفايات المتحجرة » هي الأماكن التي تظهر على سطحها هذه الطبقات الرملية التي تحتوي على بقايا الخشب المتحجرة . وبأثير عوامل التعرية فيها تكتسح الرمال وتبقى الأشجار المتحجرة ملفاة على السطح . ومن أمثلتها « الفاية » المشهورة الواقعة على بضعة كيلو مترات شرق القباية حيث ترى كثيرا من سيقان الأشجار يبلغ طول بعضها عشرين مترا وهي محفوظة بدقيق تركيب أليافها حتى إنها تشبه الخشب في شكلها الخارجي إلا أنها مركبة من مادة سليسية بدلا من مادتها الخشبية الأصلية . وقد استبدلت بالمادة الأصلية مادة السيليس ذرة لذرة في مياه معدنية سليسية كانت قد تجمعت من عيون في نهاية ذلك العصر ( أنظر الشكل رقم ١ والصورة الفوتوغرافية رقم ب باللوحه ٢٧ ) .

وكان عصر الأليجوسين مهيمن كفاءته في بعض البلاد الأخرى مصحوبا بتفاعلات بركانية أدت إلى انشقاق القشرة الأرضية وتفتت حم البازلت إلى السطح وتكوينه في سدود وعروق تحترق الصخور السابقة . ومن أمثلة ذلك البازلت المعروف بأبي زعبل ومنه تقطع الأشجار المستعملة لرصف الطرق في جميع مدن القطر المصري . وكذلك الطفوح البازلتية بجبل القطراني شمال اليوم وقرب الواحات البحرية وعلى مقربة من أهرام الجيزة وعلى طريق السويس وفي شمال شبه جزيرة سيناء .

وقد عقب هذا النشاط البركاني تفتت العيون السيليسية التي ذكرناها فكان من جرائها تكوين كتل الأحجار الرملية السيليسية التي منها الجبل الأحمر شرق القباية .

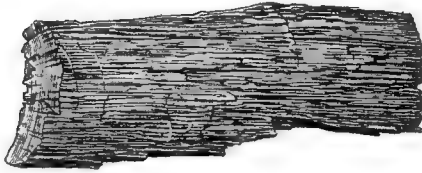
### (٣) التكوين الميوسيني (Miocene System)

لقد كان للحركات الأرضية التي اتت القشرة الأرضية في غضون ذلك العصر أكبر الأثر في تشكيل هيئة سطحها . ففيه رفعت سلاسل الجبال العظمى كالآلب بأوربا . والهملابيا بآسيا والأطلس بأفريقية . وكان من أثر هذه الحركات أن انحصر البحر عن المناطق التي كان يغطيها في العصور السابقة وبدأت القارات من ذلك الوقت تقرب تدريجيا من شكلها الحالي .

على أن هذه الحركة الرافعة كان يقابلها هبوط في بعض المناطق الأخرى فغمرتها مياه البحار وتكونت فوقها رواسب بحرية غنية بمحارها . ومن هذا ماحدث في الجزء الشمالي من الأراضي المصرية فكانت طبقات الصخور التي تتكون منها الهضبة الممتدة في شمال صحراء ليبيا من البحر الأبيض المتوسط حتى حافة المنخفض الكبير الذي تقع فيه واحة سيوة والمغارة والقطارة . وهي طبقات من أحجار جيرية وطفل غنية بمحارها من قنافذ بحرية من أنواع سكوتلا (Scutella) واكينولامباس (Echinolampas) ومحارات الحيوانات الرخوة من نوع بكتن (Pecten) وأوستريا (Ostrea) وغيرها .

ومثل هذه الطبقات تغطي سطح الأرض على امتداد الطريق بين القاهرة والسويس وفي برزخ السويس . كذلك تمتد الصخور الميوسينية جنوبا على جاني خليج السويس والبحر الأحمر . على أنها في الجزء الجنوبي من هذه المنطقة الأخيرة يختلف تركيبها عما وصفنا فتكثر فيها طبقات الجبس والطفل الذي يحتوي على محارات مجهرية لحيوانات الجلوبيجرينا (Globigerina) وأسنان الحيتان (Shark's teeth) . وقد أظهرت أنابيب الآبار التي دقت في هذه المنطقة الجنوبية للبحث عن البترول قرب جسا وجبيل الزيت وأبو شعر أن طبقات الجبس العليا تصحبها أحيانا طبقات سمكة

( اللوحة ٢٧ )



( ١ ) قطعة من الخشب المتحجر



( ب ) منظر الغابة المتحجرة قرب القاهرة



من ملح الطعام. وفي هذا دليل على انتشار بحيرات مالحة على اتصال بالبحر ( lagoons ) في الجزء الأخير من عصر الميوسين . وقد بلغ سمك طبقات الملح في بعض النقاط نيفا وستائة متر .

ومن المعادن التي توجد أحيانا في طبقات هذا التكوين قرب شواطئ البحر الأحمر : —  
(١) الكبريت ( Sulphur ) — ويوجد في فجوات وعروق تحترق الجبس والصخور الجيرية وقد بلغ مقداره في البعثة (جسا) مبلغا يسمح باستغلاله منذ ستين مضت لصناعة البارود. وقد كان استغلاله في هذه المنطقة مما أدى الى كشف زيت البترول فيها .

(٢) الرصاص والزنك (Lead & Zinc) — يجبل الرصاص وبعض جهات أخرى جنوب بلدة القصير على البحر الأحمر وهو يستغل الآن بمقادير قليلة .

(٣) زيت البترول ( Petroleum ) — وهو أهم المعادن التي تستغل بالقطر المصري. ويوجد إما في طبقات رملية بأسفل التكوين الميوسيني كما في منطقة الفردقة وهي أكبر حقول البترول المصرية . وإما في طبقات من الصخور الجيرية ذات فجوات وشقوق تتخلل طبقات الجبس في أعلى التكوين الميوسيني كما في منطقة الدمشة (جسا) وهو وإن كان أقل مقدارا إلا أنه أفضل نوعا من الأول .

وزيت البترول الخام سائل قائم اللون مائل الى الحمرة أو الخضرة أو السواد مركب من مواد قوامها الهيدروجين والكربون بنسب مختلفة (Hydrocarbons). وهذه المواد بعضها صلب وبعضها سائل والبعض الآخر غازي تحت عوامل الضغط والحرارة العادية . على أنها تتحول من حالة الى أخرى بتغير هذه العوامل .

فإذا تعرض زيت البترول عند اندفاعه من فوهة البئر الى حرارة الجو العادية . فان بعض المواد المكونة له وهي المعبر عنها بالخفيفة تستحيل الى غاز هو خلاصة البترول أو الجاسولين (Gasoline). ثم اذا رفعت حرارة ما تبقى تدريجيا فان المواد الأخرى تتبخر الواحدة بعد الأخرى على حسب درجة الحرارة التي يسخن اليها. فجميع المواد التي تتبخر عند رفع حرارة الزيت الخام الى ١٥٠° درجة سنتجراد تعرف تجاريا باسم البنزين (Benzine) المستعمل في ادارة السيارات. وما يتبخر بين درجتى ١٥٠° و ٣٠٠° سنتجراد يعرف تجاريا باسم الكيروسين (Kerosene) وهو السائل المستعمل في مصابيح.

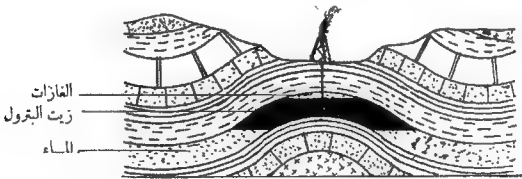
الاضاءة العادية . وفي درجات أعلى مما تقدم تتبخر أصناف أخرى من زيوت التشحيم وهكذا دواليك فتبقى في النهاية المادة المعروفة عند العامة « بالغاز الوسخ » أى المازوت ومنها يستخرج الزيت والشمع والاسفلت . وهذا هو الأساس الذى ترتكز عليه العمليات المتبعة فى معامل تقطير البترول وتكريره بالسويس .

ويوجد البترول الخام فى الطبيعة كما يوجد الماء فى باطن الأرض أى أنه يملأ المسام والشقوق والفجوات التى فى بعض الصخور . وأحسن الطبقات الخازنة له هى الرملية الغليظة الجيبات أو الجيرية وخصوصا الدولوميتية (Dolomitic) . وهو لا يوجد فى الصخور الطينية لعدم مساميتها ولا فى الصخور النارية أو المتحولة .

ولكى يجتمع زيت البترول فى أى بقعة بكميات كبيرة تسمح بالاستغلال يلزم أن تكون الطبقات الخازنة له حذاء أو مجمدة . وفى هذه الحالة يوجد البترول فى الأجزاء

المحدودة العليا (Anticlinal Crests) من هذه التجاعيد وذلك لسببين : —

(أولا ) لأن زيت البترول يوجد عادة مختلطا بالماء . ولما كان الماء أثقل منه فان البترول يعمل دائما للصعود الى أعلى نقطة بينا الماء يبقى فى الأجزاء المنخفضة (Synclines) ( انظر الشكل رقم ١١٧ ) .



( شكل ١١٧ ) قطاع يوضح اجتماع الغازات وزيت البترول فى أعلا التجديب وبقاء الماء فى أسفل التقيير

(ثانيا) لأن الغازات المحبوسة فى زيت البترول تعمل دائما على دفعه الى أعلى . ولا يمنعه من الظهور على سطح الأرض الا ما قد يغطى الطبقات الخازنة له من صخور ليست ذات مسام .

فطبقات الصخور المكونة لحقل الغردقة حذاء على شكل قبة مستطيل وآبار البترول تتبع امتداد محور ذلك القبة .

وقد ينبع البترول على السطح اذا اعتري الطبقات التي تعلوه ما يحدث فيها شقوقا يسلكها البترول وعند ذلك ينبثق على السطح كما هو الحال في فارس والعراق ورومانيا وعند سفح جبل الزيت على خليج السويس . وهذا هو أحسن دليل على وجود البترول في باطن الأرض .

على أن الأغلب أن لا يظهر البترول على السطح ولا بد لاستخراجه من دق أنابيب تخترق الطبقات الى عمق قد يبلغ في بعض الأحيان مئات أو آلاف من الأمتار . فاذا بلغت الأنبوبة الى الطبقة الخازنة للزيت فانه ينفجر الى السطح بحكم ضغط الغازات التي يحتويها وقد يصحب تفجيره هذا انفجار هائل يقذف بالغاز الى عشرات الأمتار في الهواء ( انظر الصورة الفوتوغرافية ب باللوحة ٢٨ ) . ويستمر اندفاقه طالما بقي الضغط الداخلي كافيا لدفعه الى السطح وقد يبقى كذلك بضع سنين فتخرج من البئر الواحدة آلاف الأطنان من الزيت . فاذا ضعف الضغط فلا بد من استعمال المضخات لرفعه الى السطح . وقد تنضب بعض الآبار بعد وقت قصير وقد يبقى بعضها سنين عديدة وذلك راجع لمقدار الزيت المخزون بباطن الأرض ودرجة مسامية الصخور الخازنة .

وقد اختلفت النظريات التي سيقّت لتفسير أصل تكوين البترول فبعضها يرجعه الى تفاعلات كيميائية بين بعض المواد المعدنية بباطن الأرض والبعض الآخر وهو الأصح يقرر أنه نتيجة تحلل مواد عضوية حيوانية أو نباتية . والذي نأخذ به هنا هو أن البترول نتيجة تحلل مواد نباتية مثل التي تكوّن منها الفحم الحجري تحت عوامل خاصة من الحرارة والضغط في باطن الأرض .

#### (٤) التكوين البليوسيني (Pliocene System)

أغلب صخور هذا التكوين قارية أى تكونت في بحيرات أو أنهار على أن بعضها تكون في بحار قليلة العمق . ذلك لأن توزيع اليابسة والماء كان قد قارب شكله الحالي منذ العصر السابق فلم يحدث

في غضون هذا العصر سوى تعديل بسيط . وتدل الحفريات التي وجدت في صخور هذا التكوين بأوروبا على أن الجو في تلك البلاد كان قد تحول عن حالته السابقة التي كانت تشبه من وجوه كثيرة الحالة الجوية للمناطق الاستوائية فاعتدل تدريجيا وكان ذلك تعديداً لبرودة الجو في عصر الجليد الذى عم أوروبا في عصر البليستوسين .

ومن أهم سمات التكوين البليوسيني المثلث لأول مرة بين طبقاته على عظام يقلب أن تكون عظاما انسانية مما يدل على أن خلق الانسان على وجه الارض كان في غضون ذلك العصر .

أما التكوين البليوسيني بالمغرب المصرى فى وادى النيل عند سفح الهضبتين اللتين تحدهانه على الجانبين وذلك من القاهرة حتى الفشن . وصغوره عبارة عن رواسب رملية شاطئية بها حفريات بليوسينية من نوع القنفذ البحرى كليباستر (Clypeaster) (شكل ١٠ باللوحة ٢٦) وبعض الحشرات الأخرى . وهى تدل على أن وادى النيل بمجانه المعروفة الآن كان قد تكون وصعدت فيه مياه البحر كخليج ضيق طويل بلسج جنوبا حتى مركز الفشن . يتلو ذلك رواسب أخرى تدل صفاتها على أنها تكونت في بحيرات عذبة مما يدل على أنه قبل انتهاء هذا العصر كان البحر قد انحسر عن الوادى فتحول هذا الى سلسلة من البحيرات .

وفي وادى النطرون بصحراء ليبيا طبقات من صخور بليوسينية تحتوي على مجموعة من عظام متحجرة لأنواع من الفيلة والبرنيق أو فرس البحر (Hippopotamus) والزرافة والغناسيح وغيرها مما يدل على سابقة مرور فرع من النيل في هذه المناطق الفقيرة

أما على شواطئ البحر الأحمر فتوجد طبقات صخور بحرية تدل حفرياتها على أنها تكونت في مجار ذلك العصر وقد رقت عن منسوب البحر الحالى من جراء الحركة الأرضية التي تناولت هذه المناطق في العصور الجيولوجية الحديثة .

## ( ٢ ) القسم الرباعي (Quaternary)

( أولا ) التكوين البليستوسيني (Pleistocene System)

عُتاز عصر البليستوسين ببرودة الجو المتناهية في أوروبا وأمريكا الشمالية فكانت الحالة الجوية فيها أشبه بحالة المناطق القطبية في الوقت الحاضر . ومن ثم سمي ذلك العصر عصر الجليد (Ice Age) . يدل على ذلك أمران :ـ

(١) أن سطح الأرض في أغلب السهول والوديان بأوروبا وأمريكا الشمالية مغطى بطبقة من الرواسب المعروفة باسم (Boulder-clay) وهى عبارة عن مواد طينية مسكدة على غير نظام وتحتوى على مقدار كبير من الحصى الصغيرة والجلاميد الكبيرة من صخور مختلفة تلتصق بعضها ببعض على غير نظام وبعضها مصقول ومخدوش بمخدوش طولية . وكل هذه كما قدمنا من خواص رواسب التلاجات .

(٢) أن الحفريات التي وجدت في هذه الطبقات سواء منها الحارية أو العظمية كلها حيوانات لا تعيش الآن الا في المناطق القطبية . كذلك الحال في الحفريات النباتية .

ومن أجل ذلك ولاعتبارات عديدة أخرى قد قام البرهان على أن الأجزاء الشمالية والوسطى من القارة الأوروبية وأمريكا الشمالية كانت تحت تأثير الثلج في الجزء الأكبر من عصر البليستوسين . على أن الأحوال الجوية عادت تدريجيا في أواخر ذلك العصر حتى صارت الى حالتها التي نعرفها الآن . فتهجر الثلج شمالا الى القطبين ولم يبق منه الآن سوى ما يغطي قمم الجبال العليا .



أما في القطر المصري فتسدل الظواهر على أن عصر الجليد بأوروبا كان يقابله في مصر عصر أمطار شديدة ذلك لأن التكوين البليستوسيني هنا هو دائما عبارة عن رواسب من رمال وحصى مستديرة مصقولة تدل حالتها على أنها تكونت في مياه جارية .

فتحت التربة الزراعية المكونة لوادي النيل والدلتا طبقات سمكة من الرمل والحصى تدل على أن النهر الذي تكونت فيه كان أغزر ماء وأقوى تيارا من النيل الحالي . كذلك الوديان بالصحارى فان بياعاتها وطي جانبيها رواسب سمكة من الرمل والحصى لابد لتكوينها من مياه جارية غزيرة وهذا لا يكون الا اذا توافرت مياه أمطار شديدة .

ومن التكوين البليستوسيني أيضا الصخور الجيرية التي تكونت سلسلة من التلال ممتدة من غرب الاسكندرية الى مريوط وهي مكونة من تماسك رمال جيرية تكونت على شكل كتبان ممتدة على طول الشاطئ .

كذلك يرجع الى عصر البليستوسين تكوين الشواطئ والشعاب المرجانية التي تمتد على مقربة من شواطئ خليج السويس والبحر الأحمر وعلى ارتفاع كبير فوق منسوب البحر الحالي .

#### ( ثانيا ) التكوين الحديث ( Recent Formation )

ويطلق هذا الاسم على الرواسب التي لا تزال تتكون في الوقت الحالي، وهي في القطر المصري ثلاثة أنواع : —

( ١ ) التربة الزراعية في وادي النيل والدلتا .

( ب ) كتبان الرمال بالصحارى .

( ح ) الشعاب المرجانية الحالية بالبحر الأحمر وخليج السويس . واليك كيفية تكوينها : —

#### ( ١ ) التربة الزراعية

وهذه تكونت من تراكم الغرين الذي يجلبه نهر النيل وقت فيضانه من أعلى هضاب بلاد الحبشة المكونة من صخور بركانية بازلتية تفتت وتتحلل من تأثير عوامل التعرية فيها . فاذا حل فصل الأمطار اكتسحت هذه المواد المفتتة الى مجرى النهر فيحملها الينا هدية ثمينة يرجع اليها خصب الأرض المصرية ومصدر ثروتها العظيمة . والغرين من مواد طينية دقيقة جدا . والطبقة التي تكونت حتى الآن لا يزيد سمكها في المتوسط على عشرة أمتار تليها من أسفل طبقات الرمل والحصى التي تملأ باطن الوادي والتي ذكرناها ضمن صخور التكوين البليستوسيني .

#### ( ب ) كتبان الرمال

وهذه متقدرة بوجه عام في أغلب المناطق الصحراوية وخصوصا في المنطقتين الآتيتين : —

( أولا ) شمال شبه جزيرة سيناء في الجزء الواقع بين شاطئ البحر الأبيض شمالا وسفوح جبال المغارة والبلج والحلال جنوبا وتمتد مع امتداد برزخ السويس حتى جنوب هذه المدينة . وأغلب هذه الكتبان مستطيلة وقد يبلغ بعضها ارتفاعا يزيد على مائة متر وبعضها هلالية الشكل .

(ثانياً) في صحراء ليبيا حيث تمتد في خطوط متوازية طويلة ضيقة اتجاهها من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي وقد يبلغ امتداد بعضها أكثر من ٤٠٠ كيلو متر . ولذلك كانت من الاسباب التي تمنع السياحة والاستكشاف في هذه الصحراء العظيمة .

### (ج) الشباب المرجانية

وهذه تتكون وتنمو الآن في خطوط تمتد بمحاذاة شواطئ البحر الأحمر وخليج السويس وحول الجزائر القريبة منها وهي من أسباب صعوبة الملاحة في هذه المناطق .

### الانسان في العصور الجيولوجية

يدل على سابق وجود الانسان في أى عصر جيولوجى ما نجده في بطون صخور ذلك العصر من بقايا عظمية أو مما قد تركه وراءه من آلات كان يستعملها للصيد أو الدفاع عن النفس أو لقضاء الاغراض المختلفة التى حتمتها عليه ظروف الحياة .

ولقد كان البحث يكشف لنا من وقت الى آخر آثارا للانسان في مختلف الطبقات استنبط منها بعضهم أنه بدأ حياته على سطح الارض في غضون العصر الميوسينى . على أن هذه الآثار لم تكن واضحة لدرجة يقبلها الجميع برهاناً على هذه النتيجة . ذلك لأن العظام التى قيل إنها انسانية لم تتوافر فيها كل الخواص لعظام الانسان وقد تكون لنوع راق من القرود تشبه الانسان في بعض صفاته . كذلك كانت الآلات التى وجدت مشكوكا في صحتها لطول الزمن الذى مضى عليها . وقد يكون الشبه الذى بينها وبين الآلات الحقيقية مجرد مصادفة من جراء عوامل طبيعية ولا دخل للانسان فيها .

وسبق في شك من حيث تحديد العصر الذى بدأ فيه ظهور الانسان على الأرض حتى تكشف آثار لا يحيط بها أى شك أو غموض .

ومهما كانت حقيقة وجود الانسان في عصرى الميوسين والپليوسين فما لا ريب فيه أنه كان قد انتشر على وجه الأرض في أواسط عصر الپليستوسين . يدل على ذلك ما وجد في بعض الكهوف وضمن الرواسب النهرية القديمة من عظام وأحجار مشغولة وصور ورسوم تدل دلالة لا شك في أنها من صنع الانسان . ويظهر من بعضها أنه كان قد بلغ درجة لا بأس بها من الرقى الفكرى الذى مكّنه من مغالبة معاصريه من حيوانات ضارية .

ومن مقارنة بعض الآلات التي تركها هذا الانسان بالعصر الآخر ومن دراسة طبقات الصخور التي يوجد بها كل نوع ظهر أن أقدمها كانت قطعاً من الصخر الصلب وخصوصاً الصوان (Flint) مهذبة تهذيباً بسيطاً تقوم بأغراضه البسيطة كالصيد والدفاع عن النفس وقطع الأشجار وهلم جرا. على أنه كان يدأب دائماً على تحسين هذه الآلات كلما ارتقى في سلم المدنية وكان يساعده على هذا التحسين نموه العقلي للتزايد . فكانت الآلات الحجرية تزداد أتقاناً مع مضي الزمن حتى صارت آلات نافعة رشيقة . ولم يقف نموه العقلي عند ذلك فسرعان ما كشف سرا كان له أكبر الأثر في حياته ذلك هو فن استنباط الفلزات من خاماتها المعدنية الأولى . وقد يكون وقوفه على سر هذا الفن قد جاء عن طريق المصادفة على أنه على كل حال عرف كيف يستفيد منه فلجأ إلى صناعة آلاته من البرنز الذي هو مزيج من النحاس والفضة . ومن ذلك العهد كان تقدم الانسان بخطاً واسعة حتى وصل إلى بدء عصوره التاريخية المعروفة .

مما تقدم نرى أن الزمن الذي عاش فيه الإنسان على الأرض فيما قبل العصور التاريخية يمكن تقسيمه إلى قسمين : —

( ١ ) العصر الحجري ( Stone Age ) .

( ٢ ) عصر البرنز ( Bronze Age ) .

ولا يفهم من ذلك أن هذه العصور كانت تم جميع بني الإنسان في مختلف أنحاء العالم في وقت واحد بل يمكن اعتبارها درجات في سلم الرقي الإنساني تدرج فيها من فطرته الأولى حتى بلغ مدنيته الحالية . وكان هذا التدرج أبطأ في بعض البلاد منه في البلاد الأخرى مثال ذلك أنه في الوقت الذي كان سكان وادي النيل من قدماء المصريين قد بلغوا شأنًا عظيمًا في مدنيته التاريخية كان سكان أوروبا لا يزالون على جهل تام باستغلال المعادن في أواخر عصورهم الحجرية . كذلك

بقى سكان استراليا الأصليون يستعملون آلات حجرية حتى بدأ الأوروبيون يستعمرون تلك القارة في القرون الأخيرة .

### العصر الحجري ( The Stone Age )

قدّمنا أن العصر الحجري هو العصر الذي كان الإنسان يستعمل فيه الأحجار الصلبة ليصنع منها آلاته المختلفة . ولقد كانت هذه الآلات في أول الأمر مهذبة تهذيباً بسيطاً لا تدل على مهارة خاصة ثم تدرجت الى أرقى فأرق حتى بلغت في النصف الأخير من هذا العصر درجة كبيرة من الاتقان . ولذلك قسّم العصر الحجري قسمين : —

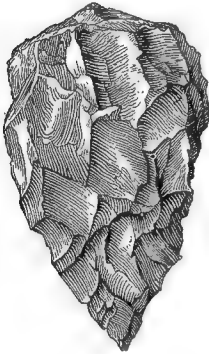
#### ( ١ ) العصر الحجري القديم

( Palaeolithic )

وكانت فيه الآلات الحجرية بسيطة الشكل غير مصقولة ومن أمثلتها المجموعة التي ترى في الشكل رقم ١١٨ .

ومن الحالات التي توجد فيها هذه الآلات يتضح أن الإنسان كان في أول الأمر هامئاً على وجهه متنقلاً في السهول والوديان باحثاً عن صيد أو هارباً من حيوان مفترس . وبعد ذلك لجأ الى سكنى الكهوف والمغارات حيث ترك وراءه فيها هياكله العظمية وبعض آثاره من آلات حجرية .

ولقد بلغ بعض ساكني هذه الكهوف مبلغاً عظيماً من الفن فتركوا على حيطانها



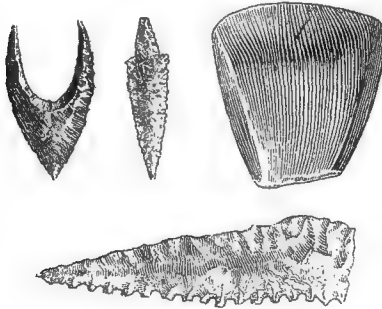
( شكل ١١٨ ) آلات من الصوان من العصر الحجري القديم بالقيوم

رسوما متقنة تمثل ما كان يعاصرهم من أنواع الحيوانات البائدة كالماموث (Mammoth) وبعض أنواع الغزال .

ومن آثار هذه الكهوف يظهر أن الانسان كان في تلك العصور النائية قد فقه فائدة النار في طهي الطعام والتدفئة . كذلك كان قد بدأ يستفيد مما عاصره من حيوانات فكان يصنع من أنياب الفيلة ومن قرون الغزلان سكاكين ورءوسا للرماح الى غير ذلك من آلات بسيطة الصنع .

### (٢) العصر الحجري الحديث (Neolithic.)

وتمتاز آلات الانسان في ذلك العهد بصقلها ورقتها ودقة صنعها واختلاف أشكالها . فكان منها زءوس الرماح والسهام والبلط ( انظر الشكل رقم ١١٩ ) .



(شكل ١١٩) مجموعة من الآلات من حجر الصوان تابعة للعصر الحجري الحديث ذلك لأنه كان قد تقدم درجات محسوسة في سلم المدنية فزادت احتياجاته والحاجة كما نعلم هي أم الاختراع .

ومن الرسوم التي تركها على جوانب الكهوف وعلى أيدي السكاكين يظهر أنه كان قد نجح في اخضاع بعض الحيوانات الوحشية فصارت اليفة تساعد على

كفاحه في الحياة . فكان له منها الثور والحصان والحمار والكلب والقط . كذلك كان قد تعلم فنون الزراعة فزرع القمح والشعير لطعامه وزرع التيل ليصنع منه ملابس يتقى بها عواذى الطبيعة ويستعملها في الزينة . كذلك كان قد علم شيئاً عن صناعة الفخار فصنع لنفسه منه أواني بسيطة .

وقد هجر السكهوف في آخر الأمر الى بناء مساكن يأوى اليها في أواسط بعض البحيرات ليأمن فيها من اعتداء الوحوش الضارية وقد بقيت آثار بعض هذه المساكن في بحيرات بسويسرا وغيرها من البلاد .

ويظهر أنه كانت له وقت ذاك معتقدات دينية فقد ترك وراءه هياكل أو معابد مكوّنة من جلاميد صخرية ضخمة لا بد أنها تطلبت منه مجهوداً عظيماً في اقامتها

### عصر البرنز (Bronze Age)

هذا العصر يتفق في أغلب البلاد مع ابتداء العصر الجيولوجي الحديث أي عقب انتهاء عصر الپليستوسين فكان فاتحة العصور التاريخية المعروفة .

ومن الغريب أن ينتقل الانسان من صناعة آلاته من الصوان فجأة الى البرنز الذي هو خليط من معدنين وقد يكون ذلك من باب المصادفة .

وقد شذ سكان وادى النيل القدماء عن هذه القاعدة العامة في التدرج فلم يَمروا في عصر البرنز بل انتقلوا من العصر الحجري الحديث الى استعمال النحاس الذي كانت لهم فيه طريقة خاصة لمجعله شديد الصلابة .

أما عصور الانسان الحجرية في القطر المصري فتوجد آثارها من آلات من الصوّان في رواسب الرمل والحصى على جانبي وادى النيل وفي الوديان بالصحارى . وقد جمعت أحسن أمثلتها من طبقات الرمال والحصى بالعباسية فكان من بينها أنواع تمثل جميع درجات العصر الحجري القديم من ابتدائه الى انتهائه . كذلك

وجدت آثار العصر الحجري الحديث في بعض بقاع متفرقة في وادى النيل نفسه وعلى مقربة من بحيرة قارون .

ويستنبط من هذا أن الانسان في العصر الحجري القديم كان منتشراً في وادى النيل والصحارى وقد يكون ذلك لملاءمة الاحوال الجوية لتنقله في هذه المناطق . على أنه في العصر الحجري الحديث قد لجأ الى أماكن معينة بوادى النيل واتخذ عيشة أكثر سكوتاً من الأولى .



# النيل المسند

## التركيب الجيولوجى للقطر المصرى وحوض النيل

كلمة تمهيدية عامة عن طبيعة حوض النيل وتركيبه الجيولوجى

يمتد حوض النيل فى مساحة لا تقل عن ثلاثة ملايين من الكيلومترات المربعة ويحتوى على الوحدات الجغرافية الآتية . (راجع الخريطة شكل ١٢٠) :-

(١) هضبة البحيرات الاستوائية — وهى منطقة مرتفعة من الأرض يبلغ

متوسط منسوبها نحو ١٣٠٠ متر أعلى من سطح البحر وفيها بحيرات فكتوريا والبرت وغيرها من البحيرات المعروفة بأعلى النيل .

هذه الهضبة يحدها شمالا جرف ينحدر عليه النهر فى سلسلة من المساقط أهمها مساقط ريبون ( Ripon Falls ) ومرتشيسون ( Murchison Falls ) تؤدى به إلى السهول الممتدة شمالا والتي تنحدر انحداراً تدريجياً حتى شواطئ البحر الأبيض المتوسط .

(٢) المرتفع الفاصل بين حوض النيل والكومنجو — وهذا يمتد فى الشمال

الغربي من الهضبة السابقة الذكر . ويبلغ متوسط ارتفاعه ٨٠٠ متر أعلى من منسوب البحر .

(٣) هضبة الحبشة — وهذه تعاو عن منسوب البحر بنيف والنى متر

تتوسطها بحيرة تسانا حيث ينبع النيل الأزرق . وفى السفوح الشمالية لهذه الهضبة ينحدر نهر العطبرة الذى يتصل بنهر النيل فيما بين الخرطوم ووادى حلفا .





( ٤ ) سلسلة جبال البحر الأحمر — وهذه سلسلة متقطعة من الجبال قد

يبلغ بعض قممها ألفى متر أعلى من منسوب البحر . تمتد محاذية لشاطئ البحر الأحمر وعلى مقربة منه فتنتصب حاجزاً بينه وبين حوض نهر النيل من حدود الحبشة حتى قبالة مديرية المنيا .

( ٥ ) سهول منبسطة نكتنفها من آفة لا غير بعض الآلام فلبلة الارتفاع

وتمتد فيما بين ما ذكرنا من الهضاب حتى شواطئ البحر الأبيض المتوسط . في هذه السهول يلتوى النهر ورافده العديدة تارة في مجارى عميقة وتارة أخرى في مجارى خسيحة قليلة العمق تكاد تكون آسنة المياه . وتنتهى هذه السهول الى واد ضيق بالقطر المصرى بين هضبتين جيريتين صحراويتين ومن ثم الى الدلتا وشاطئ البحر . ولوأن البحوث الجيولوجية لم تتناول بعد جميع أجزاء هذا الحوض العظيم الآن . ما اجتمع من المشاهدات حتى الآن يعطينا فكرة عن تركيبه الجيولوجى بصفة عامة . ومن هذه المشاهدات يتضح أن الأساس الذى ترتكز عليه الصخور المكونة لسطح هذه المنطقة مكوّن من مجموعة من الصخور المتحولة يرجع تكوينها لأقدم العصور الجيولوجية ويغلب بينها صخر الجنييس الناتج من تحول صخور جرانيتية قديمة .

هذا الجنييس وما يصحبه من الشيست والصخور المتحولة الاخرى تكون الهضبة الاستوائية تعلوها رواسب رملية طينية حديدية ناتجة من تحلل الصخور المتحولة المذكورة تحت العوامل الجوية الاستوائية .

كذلك تظهر هذه الصخور المتحولة القديمة في المرتفع من الأرض الفاصل بين حوضي الكونجو وبحر الغزال وفي الاكبات القائمة في السهول الممتدة على جانبي النهر . وكذلك أينما انقشعت التربة التى تغطى سطح هذه السهول لأى عامل من عوامل التعرية .

وهي في الوقت نفسه أساس الهضبة الجبلية حيث تعلوها طبقة سميكة من البازلت الذي يتحلل تحت العوامل الجوية الرطبة فيستحيل الى الغرين الذي يكتسحه النيل الأزرق الى نهر النيل في شهور الفيضان .

وتظهر صخور الجنييس والصخور المتحولة الاخرى في سلسلة جبال البحر الأحمر حيث تتخللها صخور نارية سيأتي ذكرها بعد .

ومن مدينة الخرطوم شمالا تتكون السهول من طبقات إما أفقية أو قليلة الميل الى الشمال من صخور رملية هي المعروفة بالحجر الرملي النوبي . وهذه تمتد شمالا حتى أواسط الصحارى المصرية .

على أنه لاشك في أن هذه الصخور تخفي تحتها الصخور المتحولة القديمة التي ذكرناها . تدل على ذلك الشلالات العديدة التي تعترض مجرى النهر ما بين الخرطوم واسوان والتي يرجع أصل تكوينها الى أن النهر وهو ينحت مجراه قد اخترق الطبقات الرملية في هذه النقط وبلغ ما تحتها من صخور الجنييس الشديدة الصلابة فلم يقو على نحرها فبقيت عقبات بارزة في مجراه .

أما الجزء الشمالى من حوض النيل وهو الذى يدخل ضمن حدود القطر المصرى فيحتاج لوصف أكثر اسهابا ولذلك أفردنا له فصلا خاصا هو محل بحثنا فيما لى من الصفحات .

### موجز الوصف الجغرافى والجيولوجى للارض المصرية

يتكون القطر المصرى من أربع وحدات جغرافية تختلف كل واحدة منها عن الاخرى في ظواهرها الطبيعية وتركيبها الجيولوجى وهى ( راجع الخريطة الجيولوجية بآخر الكتاب ) :—

(١) وادى النيل والدلتا

(٢) الصحراء الغربية — صحراء ليبيا

(٣) الصحراء الشرقية

(٤) شبه جزيرة سيناء

### (١) وادى النيل والدلتا

واد ضيق كثير الالتواء يجرى النهر فى جزئه الجنوبى بين هضبتين من الصخور الرملية لا تتركان بينهما وبين مجراه متسعاً لتكوين رواسب نهريه صالحه للزراعة . وعند مدينة أسوان تعترض مجراه صخور من الجرانيت والجنيس وغيرها يضعف النهر عن أن يشق لنفسه طريقاً منتظمة بينها فينحدر على سطحها فى الشلالات المعروفة . ( انظر الصورة الفوتوغرافية رقم ١ باللوحة ١٣ ) .

ومن ثم يتسع الوادى تدريجاً حتى اذا بلغ قنا قامت على جانبيه هضبتان عاليتان من الصخور الجيرية يجرى النهر بينهما فى واد منبسط وعلى جانبيه سهول من الغرين . ثم تنحدر هاتان الهضبتان شمالاً حتى تختفيا نهائياً بعد القاهرة واذ ذاك ينفتح الوادى فجأة فى داله العظيمة التى تنتهى الى شاطئ البحر الابيض المتوسط فى قاعدة يبلغ طولها نحو ٢٠٠ كيلومتر بين الاسكندرية وبور سعيد .

وتختلف الصخور التى يمتلئ بها باطن الوادى عما يحفّه من الجانبين اختلافاً كبيراً . اذ الوادى فى الحقيقة عبارة عن قناة ضيقة نحتها النهر فى طبقات الصخور المختلفة ثم ملأها بما التى فيها من مواد حملها من أعلى مجاريه بالسودان والحبشة . فجانبا الوادى من وادى حلقا حتى اسناهما من الحجر الرملى النوى ثم من اسنا حتى الاقصر تحيط بالوادى صخور طينية وأخرى جيرية تابعة للعصر الكريتاسى ثم من الاقصر حتى القاهرة تحف الوادى من الجانبين هضبة من الحجر الجيري النوموليتى .

أما باطن الوادى فمكون من طبقات التربة الزراعية السطحية التى يبلغ متوسط سمكها نحو عشرة أمتار تتلوها طبقات غير منتظمة من رمال وحصى هى التى تحتوى

على مياه الرشح التي تستقى منها بعض المدن المصرية وتستخرج من آبار عديدة. تساعد على ارواء الأراضي في غير أيام الفيضان . ( انظر القطاع شكل ٥١ ) .

وعلى جانبي الوادى فيما بين الأراضي الزراعية والهضبة الجيرية توجد أحياناً صخور جيرية وأخرى رملية تدل حفرياتها على أنها تكونت في غضون العصر البليوسينى . ومنها الصخور الجيرية المعروفة بالعيشاوية المستعملة في بناء بعض قناطر الرى الكبرى كقناطر أسيوط ونجى حمادى وغيرها .

كذلك على جانبي الوادى سرر مرتفعة من الحصى تحتوى أحياناً على آلات حجرية تدل على أن هذا الوادى كان مسكوناً في غضون العصور الحجرية قبل التاريخ .

## ( ٢ ) العصر الفريسي - عصر ليبيا

وهي سلسلة متتابعة من الهضاب العالية تفصلها منخفضات قد يبلغ منسوب بعضها الى ما تحت منسوب سطح البحر .

ففي الجنوب هضبة منبسطة عالية من الحجر الرملى النوبى تدل ما وجدت به من بقايا نباتية على أنه قد تكون في أواسط العصر الطباشيرى . هذه الهضبة تمتد من سفح جبال العوينات الجرانيتية وينحدر سطحها تدريجاً حتى تنتهى في منخفض عظيم يحتوى على الواحات الخارجة والباخلة .

وتحد هذا المنخفض من ناحيته الشمالية حافة هضبة أخرى سفحها من صخور طينية وطباشيرية تحتوى على طبقات من الفوسفات وتعلوها طبقات جيرية تابعة للعصر الايوسينى . والسطح الأعلى لهذه الهضبة أعلى من منسوب البحر بنحو خمسمائة متر . وتكتنف هذه الهضبة الجيرية منخفضات عظيمة منها الواحات البحرية والفرافرة ومنخفض الفيوم .

وينحدر سطح الهضبة تدريجاً الى الشمال حتى ينتهى فى منخفض عظيم يبلغ  
فى بعض أجزائه منسوباً أقل من منسوب البحر بنحو ١٣٥ متراً وفى هذا المنخفض  
توجد القطاره وواحات سيوه والمغارة ووادى النطرون .

ويحدّ هذا المنخفض من الشمال هضبة ثالثة من صخور جيرية بحرية تدل  
محاراتها الكثيرة على أنها تكونت فى العصر الميوسينى . وهذه الهضبة ارتفاعها  
أعلى من منسوب البحر بنحو مائتى متر ولكنها تنحدر شمالاً حتى تنتهى الى  
الشاطئ بين الاسكندرية والسوم .

### (٣) الصحراء الشرقية

وهى التى تمتد بين وادى النيل وشواطئ البحر الأحمر وخليج السويس .  
وأهم ظواهرها الطبيعية سلسلة من الجبال الكبرى مكونة من صخور نارية تحفها  
هالة من صخور متحولة مختلفة ويحترق هذه وتلك عدد عظيم من السدود النارية  
والعروق المعدنية .

تمتد هذه السلسلة الجبلية على مقربة من شاطئ البحر وعلى محاذاته . وبعض  
قممها الجرانيتية أعلى من سطح البحر بنيف وألفى متر . تكثف هذه السلسلة من  
الشمال هضاب من الصخور الجيرية أهمها جبال الجلالة القبلية والبحرية وجبال  
العنقة والهضبة الجيرية التى تنتهى الى وادى النيل فى جبل المقطم . وهى هضاب  
سطحها من صخور جيرية نوموليتية يظهر من تحتها فى جبال الجلالة صخور  
كريتاسية وأحياناً أيضاً جوراسية وكرنوفية .

وتمتد الهضبة الجيرية جنوباً الى قنا ومن ثم تمتد بين جبال البحر الأحمر ووادى  
النيل هضبة أخرى أقل ارتفاعاً من الأولى قوامها الحجر الرملى النوبى الذى قدمنا وصفه .  
وفى ما بين سلسلة الجبال الكبرى وشواطئ البحر الأحمر وخليج السويس تمتد  
أكبات قليلة الارتفاع أغلبها من صخور جيرية وجبسية تابعة للعصر الميوسينى . وقد

تقوم بينها سلاسل جبلية صغرى كجبل الزيت وجبل العش نواتها صخور قديمة نارية ومتحولة تعلوها طبقات راسبة أغلبها ميوسينية. وعلى مقربة من الشاطئ، جزائر عديدة أغلبها مكون من صخور ميوسينية أو إيلوسينية. وتحيط بها وبالشاطئ، أرصفة من الشعاب المرجانية تجعل الملاحه فى هذا الجزء من البحار مخوفة بالأخطار .

#### (٤) شبه جزيرة سيناء

مساحة مثلثة ثلثها الجنوبي عبارة عن شبكة من جبال شاخه من الصخور النارية وبخاصة الجرانيتية . يبلغ ارتفاع بعض قممها ٢٦٠٠ متر أو تزيد .

هذه الجبال الكبرى تتناقص ارتفاعا الى الشمال حتى سفح هضبة التيه حيث تعلو الصخور النارية طبقات من الحجر الرملى تتخللها فى الجزء الغربى على مقربة من شاطئ خليج السويس طبقات أخرى من الحجر الجيرى تدل حفرياتها على أنها من العصر الكربونى .

أما الجزء الشمالى من شبه الجزيرة فهو عبارة عن هضبة منبسطة تنتهى جنوبا بحرف عظيم ترتفع قمته عن سطح البحر بنحو نيف وألف متر . وينحدر تدريجيا إلى الشمال حتى شاطئ البحر الأبيض بين حيفا وبورت فؤاد . وتتكون هذه الهضبة المعروفة بصحراء التيه من صخور طباشيرية بعضها ايسينية والبعض كريتاسية تحتها طبقات جيرية ثم طفلية ثم رملية وكلها تابعة للعصر الطباشيرى .

وفى الجزء الشمالى من هذه الهضبة على مسافة خمسين كيلومترا من شاطئ البحر تنتصب بعض الجبال يتراوح ارتفاعها بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر وهى نتيجة تجميد الطبقات من جراء تقلصات أرضية .

وفى وسط أحد هذه التضاريس وهو المعروف بجبل المغارة تظهر الصخور الجوراسية على السطح وذلك نتيجة تأثير عوامل التعرية فى قمة التضاريس .

هذا وتحد هضبة التيه من الجانبين الشرق والغربى جروف وعرة الانحدار  
هى نتيجة انغلاق الأرض وهبوطها على الجانبين فى عصر الميوسين . وهذه الفوالق  
الحوضية هى التى أدت إلى تكوين خليجى السويس والعقبة فى أوائل ذلك العصر .

### بيان الحوادث الجيولوجية التى تعاقبت على الأرض المصرية

الآن وقد أخطنا بشئ عن التكاوين الجيولوجية التى تتكون منها الأرضى  
المصرية وقررنا تعاقب هذه التكاوين على حسب ترتيبها الجيولوجى الصحيح فمن  
الميسور أن نستنبط الحوادث الجيولوجية التى تعاقبت على هذا الجزء من سطح  
الكرة الأرضية . وأهمها مرتبة من الاقدم الى الأحدث كما يأتى : —

( أولا ) بدأ الزمن الجيولوجى والأرضى المصرية جزء من قارة عظيمة سطحها  
من صخور جرانيتية قديمة . وكانت هذه القارة مسرحا لتفاعلات بركانية شديدة  
ناتجة عن تقلصات كبيرة الأثر فى القشرة الأرضية . فكان من جراء كل ذلك  
أن تكونت مجموعة الصخور المتحولة والناارية التى قدمنا أنها ترجع الى الحقب  
الابتدائى ( الأركى ) .

( ثانياً ) ظلت هذه القارة بارزة معرضة لعوامل التعرية الجوية طول مدة  
حقب الحياة القديمة ( الاليوزويك ) فلم يتقدم البحر ليغمرها الا قليلا فى غضون  
العصر الكربونى وكان ذلك مقصوراً على مساحة قليلة فى شبه جزيرة سيناء والجزء  
المقابل لها غرب خليج السويس . على أن العلاقة بين هذه الرواسب الكربونية  
ومثلها فى باقى أنحاء العالم لا تزال غامضة وقد يجوز أن هناك رواسب مثلها مغطاة  
بصخور أحدث منها فى أجزاء أخرى من القطر المصرى تصل بين الصخور الكربونية  
المصرية ومثيلتها بأجزاء أخرى من أفريقية أو آسيا .

( ثالثاً ) انحسر البحر قبل نهاية العصر الكربونى عما كان قد غمره من  
القارة وظلت على حالتها الأولى طول العصرين البرمى والترياسى . على أنه بدأ تغيير



جديد في غضون العصر الجوراسى فقد تقدم البحر من الشمال فغمر الجزء الشمالى من شبه جزيرة سيناء وبلغت مياهه فوق مايسمى الصحراء الشرقية الآن حتى جنوب مدينة السويس بنحو خمسين كيلومترا تقريبا .

وكان إذ ذاك منسوب الأرض بالنسبة للبحر فى تذبذب فتارة تهبط الأرض فيغمرها البحر وطورا ينحسر عنها . فكان ذلك مقدمة لهبوط عام تناول الأراضى المصرية فى العصر البالى .

( رابعا ) بدأ العصر الكريتاسى فبدأ معه هبوط عام فى الأراضى المصرية وتقدم البحر لينغمرها . فكانت فى أول الأمر قليل العمق تكونت فيه الرواسب الشاطئية الرملية التى أصبحت الآن الحجر الرملى النوبى .

على أن هذا الهبوط فى منسوب الأرض كان مستمرا فازداد البحر عمقا وتكونت على قاعه الصخور الطينية ثم الطباشيرية التى تدل بامتدادها على أن هذا البحر العميق كان يغطى المناطق المصرية حتى اسنا .

( خامسا ) استمر هذا البحر العميق يغطى المناطق المصرية إبان النصف الأول من العصر الأيوسينى وتكونت فيه الصخور الجيرية النوموليتية . على أنه قبل انتهاء ذلك العصر كان قد تراجع كثيراً الى الشمال وكان قد قل عمقه طبعاً فلم ترسب فيه سوى طبقات طينية ورملية غنية بمحارات من أنواع لا تعيش الا على مقربة من الشواطىء . وعند نهاية هذا العصر كان قد انحسر البحر تماماً عن جميع المناطق المصرية واستحالت أجزاء منها الى مستنقعات كانت مؤثلاً لبعض الثدييات الكبرى كالأرسينوثير يوم .

( سادسا ) استمرت القارة على حالتها طول عصر الأوليجوسين ونمت على سطحها بعض الأشجار وتكونت طبقات من الرمل والحصى مما كانت تحمله الأنهار من داخل تلك القارة . ولم ينته هذا العصر حتى كانت قد أصبحت الأراضى المصرية مسرحاً لتفاعلات بركانية جديدة كانت تتيحها السدود والطفوح البازلتية

التي صعدت لتخترق الصخور الراسبة في بقاع متفرقة . واصطحب هذه التفاعلات البركانية انفجار عيون سيليسية حارة هي التي في مياهها تحجرت أشجار ذلك العصر وكان من أثرها الغابات المتحجرة المعروفة .

( سابعاً ) وكانت هذه التفاعلات البركانية مقدمة لحركات أرضية بالغة الأثر انتابت الأراضي المصرية في عصر الميوسين فغيرت وجهها وتوزيع الماء واليابس فيها . وليس بغير أن يكون هذا شأن العصر الميوسيني في مصر فهو نفسه العصر الذي امتاز بحركات أرضية تناولت وجه الأرض كله وأدت الى رفع سلاسل الجبال كالآلب والهملايا .

وكان من أهم آثار هذه الحركات الميوسينية في مصر أن تشققت قشرتها في سلسلة من الفوالق العظمى هبط من جرائها الجزء الشمالى من الأراضي المصرية فغمره البحر وتكونت في ذلك الصخور الميوسينية التي تقدم ذكرها . ومن ذلك أيضا أن انقلقت الأرض بفالق حوضي يمتد فوق منطقة خليج السويس الحالى فامتد في ذلك الحوض ذراع من البحر الميوسيني تكونت فيه الصخور الميوسينية التي نراها الآن على جانبي خليج السويس والتي تدل حفرياتها على أن البحر الذي تكونت فيه كان على اتصال مباشر بمياه البحر الأبيض القديم . على أن هذا الذراع من البحر لم يعكث طويلا وبدأ يتراجع في أواخر العصر الميوسيني وترك وراءه في مناطق البترول الحالية سلسلة من البحيرات الشاطئية تكونت فيها بالبحر رواسب سميكة من الجبس والملح .

( ثامناً ) بدأ العصر البليوسيني وكان وادى النيل قد تكون إما من جراء فوالق أدت إلى هبوط شريط من الأرض أصبح فيما بعد قناة لمياه النيل وإما أن هذا النهر كان قد بدأ حياته من قبل وأتم نحت واديه في ذلك العصر .

وكان قد اعتري سطح الأرض بعض الهبوط في ذلك العصر فتقدم البحر ليغمر الأجزاء الهابطة منها وبلغت مياهه في الوادى حتى الفشن .

على أنه لم يلبث الا قليلا ثم انحسر عنها وتحول الوادى الى سلسلة متصلة من البحيرات العذبة تكونت فيها رواسب جيوية هامة مثل التي تستغل فى العيساوية لبناء قناطر نجع حمادى .

أما منطقة خليج السويس والبحر الأحمر فقد كان عصر الپليوسين مصحوبا فيها بتغيير أدى الى انفصال هذا الخليج عن البحر الأبيض القديم وحدوث اتصال بينه وبين البحر الأحمر وبالتالى المحيط الهندى . يدل على ذلك أن الحفرات الپليوسينية فى تلك المنطقة هى من أنواع أكثر شبا بأنواع المحيط الهندى منها بأنواع البحار الشمالية .

(تاسعا) وبلغت القارة حالتها التى نعرفها بافتداء العصر الپليستوسينى . وكان هذا عصر أمطار غزيرة فى مصر . ولا غرابة فى ذلك فكانت هو عصر الجليد بأوروبا . وكانت من الأمطار سيول وغدران هى التى نحتت شبكة الوديان التى تقطع سطح الصحارى المصرية وفيها تكونت رواسب من الرمال والحصى . وقد أخذ الانسان يسكن الصحارى وودى النيل وترك آثاره من آلات حجرية بين تلك الرواسب الرملية . كذلك كان من أثر ذلك العصر المطر أن أصبح النيل نهرا فتيا قويا امتلا باطنه بما كانت تحمله اليه روافده من جلاميد وحصى ورمال من الجانيين .

(عاشرا) وأخيرا بدأ العصر الحديث وقد استتبت العوامل الطبيعية على حالتها التى نعرفها الآن . فقل المطر ونضبت مياه الوديان بالصحارى وضعف نهر النيل فأصبح لا يحمل سوى الغرين الدقيق وهذا فى أوقات الفيضان فقط . وارتد الانسان من الصحارى المقفرة الى وادى النيل حيث سبل الحياة متميرة .

### موجز عن الثروة المعدنية بالقطر المصرى

مصر بلد زراعى قبل كل شىء . عماد ثروته الاهلية ما تدره تربته الزراعية الخصبة من محاصيل كالقطن والعلال .

أما موارده المعدنية فهي في مركز ثانوى بالنسبة لمجموع الثروة الأهلية . وستبقى كذلك ولو أن الأمل معقود على انماؤها اذا بذلت الجهود الوافية لاستجلاء حقيقتها . وتحتوى الاراضى المصرية على عدد كبير من المعادن المختلفة على أن جميعها موزعة فى مناطق صحراوية نائية وأغلبها موجود بكميات قليلة لا تقوم عليها بنفقات استخراجها .

ونظرا لما يحيط بوجود هذه المعادن من عوامل غير ملائمة كصعوبة المواصلات والنقل وعدم وجود الماء والوقود على مقربة منها وقلة الأيدى العاملة وعدم خبرة أهالى البلاد بأمور التعدين وقلة اهتمام المصرى سواء فى ذلك أصحاب رؤوس الأموال أو المتعلمون الفنيون بهذه الصناعة فقد ظلت فى حالة سيئة إلا فيما يختص ببعض المعادن التى تحيط بها أحوال ملائمة جعلت استغلالها مغريا لأصحاب رؤوس الأموال من الأجانب .

وقد كان لمسئلة المواصلات أكبر أثر فى هذه الصناعة فاقصر العمل حتى الآن تقريبا على المناطق القريبة من شواطئ البحر الأحمر وخليج السويس لقربها من طرق الملاحة العالمية العامة .

ويمكن تقسيم المعادن فى مصر الى ثلاث درجات : —

( أولا ) المعادن التى تستغل على نطاق واسع وهى على حسب ترتيب أهميتها : —

البتروىل — الفوسفات — للنجيز

( ثانياً ) المعادن التى تستغل بكميات قليلة تبعاً لأحوال الأسواق وهى : —

المغرة ( أكسيد الحديد ) والرصاص والنطرون والذهب والطفل النترانى .

( ثالثاً ) المعادن التى لاتزال فى دور البحث وقد تستغل أحيانا استغلالا

متقطعاً وهى : —

أحجار الزمرد والزمرد ومعادن النيكل والشب والمولبدنيت وأوكسيد الكروميوم .

### نبذة عن تاريخ التعدين بالفطر المصري

يرجع أول اهتمام بالتعدين في مصر إلى العصور التاريخية القديمة . فقد كان قدماء المصريين يهتمون به اهتماما عظيما يظهر أثره فيما فتحوه من مناجم للذهب والنحاس وبعض الأحجار الكريمة . وقد كان لما استنبطوه من المعادن بعض الفضل في المركز الممتاز الذي تبوءوه بين باقي الأمم . وقد ظهر من مسطوراتهم على البردي وعلى جدران بعض المعابد أنهم كانوا يعيشون إلى الصحراء بموتأ مجهزة برجال الفن المعدنين تحرسهم فصائل من الجند لتصد عنهم عادية أهل البدو المعادين . واستمر هذا الاهتمام بأمور التعدين طول عصر قدماء المصريين حتى عهد الرومان . ثم تولاها كما تولى باقي مرافق الدولة خول تام لم تقم منه إلا في عصور متقطعة إبان الحكم العربي الاسلامي .

فلما أن تبوأ عرش مصر ساكن الجنان محمد علي باشا منشيء الأسرة العلوية الكريمة فقه بنائب بصره أن المعادن هي أساس الصناعات جميعا . فوجه عناية خاصة للبحث عنها وندب من علماء الاوربيين من جابوا الصحارى المصرية باحثين منقبين . على أن المنية عاجلته قبل أن تثمر جهوده الثمرة التي كان يرجوها .

ولم يضع مجهوده سدى . فالتجته الأنظار بعد ذلك إلى مسائل التعدين في مصر وما بدأ القرن الأخير حتى كانت جهود قيمة تبذل في سبيل البحث عن المعادن بالصحارى المصرية . فأعيد فتح مناجم الذهب القديمة واستمر استغلال بعضها سنين عديدة . وكشفت موارد الفوسفات والبترول والمنجنير وبلغ استغلال بعضها شأنًا لا يستهان به .

وسنقتصر هنا على الكلام عن أهم المعادن على حسب ترتيب أهميتها : —

#### زيت البترول

أول ما دل على وجود البترول بالأراضى المصرية ما كان ينز منه منذ القدم

على سطح الماء عند سفح جبل الزيت على شاطئ خليج السويس . وكان هذا الترسب في تسمية الجبل بهذا الاسم .

ثم كشف بعد ذلك عام ١٨٨٥ بمنطقة السمشة (جسا) في مفرات كانت قد فتحت قرب الشاطئ لاستخراج معدن الكبريت . فأدى ذلك الى البدء في عمليات البحث التي لم تثمر قبل عام ١٩١٠ . ومن ذلك الوقت بدأ استغلال منطقة جسا كحقول بترول واستمر استغلالها حتى عام ١٩٢٧ حيث نضب أغلب آبارها فأهملتها الشركة التي كانت تستغلها . ( أنظر صورة أحد آبار جسا رقم ب باللوحة ٢٨ ) .

وفي عام ١٩١٤ كشفت الشركة نفسها منطقة الفردقة التي تبعد ٦٠ كيلو مترا جنوب جسا . وقد تقدمت الفردقة تدريجا حتى بلغت الآن درجة كبيرة من الانتاج وأصبحت المورد الأكبر لزيت البترول ومستخرجاته بالقطر المصري . ( الصورة ا باللوحة ٢٨ ) .

وسنورد بعض الأرقام للدلالة على أهمية كل من هذين الحقليين .

### جسا

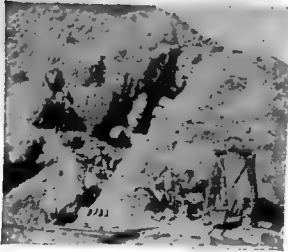
بلغ مجموع آبارها	٣٤ بئرا
عدد الآبار المنتجة	١٠ آبار فقط
متوسط عمقها	٤٠٠ متر
ومجموع ما أنتجته من البترول من وقت ابتدائها حتى أغلقت ١٨٢٤٨٨ طنا	
وكان البترول الذي أنتجته آبار جسا من نوع جيد غني بالمواد الخفيفة كما يستدل من الأرقام الآتية : —	

ثقله النوعي	٠.٨٢٧
نسبة البنزين	٢٨ في المائة
نسبة الكيروسين	٣٢ في المائة
نسبة المازوت	٤٠ في المائة

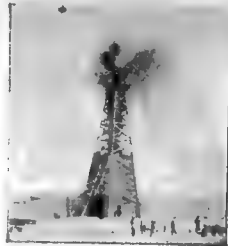
(اللوحة ٢٨)



(١) منظر لجزء من حقول البترول بالغردقة



(ج) احد عروق اللزو الحاملة للذهب  
يتناجم سمنا بالصحراء الشرقية



(ب) بئر في أول انتاجه يتدفق البترول من  
فوهته بقوة عظيمة — جبا





### الفردقة

بلغ مجموع آبارها	٨٢ بئرا
عدد الآبار المنتجة	٦٩ بئرا
متوسط عمقها	٦٠٠ متر
مجموع ما أنتجته حتى نهاية عام ١٩٢٨	٢٢٨٦٩٥٥٠ طنًا
أما نوع البترول الذى تنتجه تلك الآبار فهو أقل جودة من نوع بترول حمسا كما يستدل من الموازنة بين الأرقام الآتية والأرقام التى أوردناها : —	
الثقل النوعى لبترول الفردقة :	٠.٩٢٠
نسبة البنزين	٨ فى المائة
نسبة الكيروسين	١٥ فى المائة
نسبة المازوت	٥٧ فى المائة
نسبة الأسفلت	١.١ فى المائة
نسبة البارافين ( الجمع )	٧ فى المائة
نسبة الكبريت	٢ فى المائة
وتخرج هذه الزيوت مختلطة بمياه مالحة تحتاج لفصلها عنها الى عمليات خاصة . كما أنه تنبعث من الآبار غازات كثيرة يعطر منها الجاسولين وهو نوع من البنزين الخفيف .	
وتحمل هذه الزيوت من الحقل فى مراكب حازنة الى السويس حيث يتولاهها معمل الشركة بالتقطير والتكرير فيجزيها الى مستخرجاتها المستعملة فى التجارة . وهناك حقل ثالث عند سفح جبل أبو دربة على شاطئ شبه جزيرة سيناء على مسافة ثلاثين كيلومترا تقريباً شمال بلدة الطور . وهو حقل صغير قليل الأهمية لا يزيد النسيج منه عن مائة طن فى كل شهر من نوع كثيف لا يحتوى إلا قليلا من العناصر الخفيفة .	

## الفوسفات

يوجد حجر الفوسفات ضمن طبقات العصر الطباشيرى فى كثير من جهات القطر المصرى أهمها سفاجة والقصر قرب شاطئ البحر الأحمر والسباعية التابعة لمركز ادفو بمديرية اسوان وفى الواحات الخارجة والداخلية .

على أنه نظراً لصعوبة المواصلات لا يستغل الآن من هذه الأماكن سوى منطقى سفاجة والقصر . ( راجع الخريطة الجيولوجية بأخر الكتاب والصورة الفوتوغرافية باللوحة ٢٩ ) .

وتختلف نسبة فوسفات الكلسيوم فى خام الفوسفات من ٣٠ إلى ٧٥ فى المائة على أن النوع الذى يطلب فى الأسواق هو الذى يحتوى على ٦٠ فى المائة تقريباً من هذه المادة .

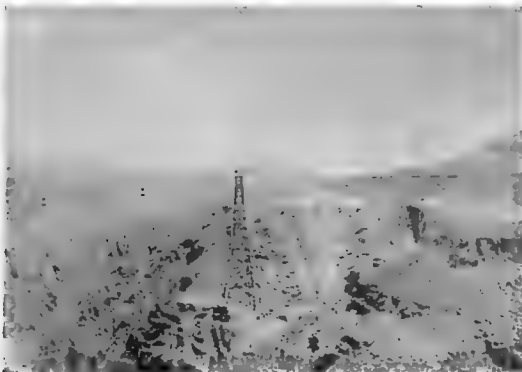
ويبلغ مجموع ما يستخرج من المنطقتين فى كل عام نحو مائتى ألف طن تصدر أغلبها الى اليابان وجنوب افريقية وبعضها إلى إيطاليا . وتنف قناة السويس بما تقتضاه شركتها من رسوم مرتفعة على السفن المارة بها حائلاً دون شحن كميات أكبر من ذلك الى أوروبا. اذ تزام الفوسفات المصرى فى أسواقها أنواع تماثله مستخرجة من مناجم تونس والجزائر .

والفوسفات من المواد التى تحتاج اليها بعض الزراعات كساد يساعد على نموها على أنه فى حالته الطبيعية لا يؤدى الغرض المطلوب منه لأنه فى هذه الحالة لا يذوب بسهولة . ولذلك لا بد من تحويله الى مادة أخرى قابلة للذوبان يسمونها سوبرفوسفات ( Superphosphate ) فكان حتماً أن تعالج المادة الخام بحامض الكبريتيك . ولهذا يرسل الخام الى الخارج لاتمام هذه العملية المذكورة . وهناك فكرة قيد البحث والتجربة الآن تقول ان الفوسفات الخام اذا طحن ناعماً وأضيفت اليه بعض مواد أخرى بكميات قليلة ثم امتزج بالتربة الزراعية جيداً

(اللوحة ٢٩)



(١) منظر عام لمناجم الفوسفات قرب سفاجه بالمعمره الغربيه



(ب) منظر منطقة مناجم النجيز بجهة جزيرة سيناء



فإن النبات يستفيد منه كما لو كان سوپر فوسفات . على أنه في هذه الحالة يكون تأثيره بطيئاً لصعوبة ذوبانه .

### المنجنيز

يوجد معدن المنجنيز يشبه جزيرة سينا وبخاصة في المنطقة الواقعة عند تقاطع خط العرض  $29^{\circ}$  بخط الطول  $30^{\circ}$  ر  $33^{\circ}$  وهي منطقة جبلية وعرة يبلغ ارتفاع سطحها نحو ٧٠٠ متر عن منسوب البحر الأحمر وتبعد عن الشاطئ مسافة عشرين كيلومتراً تقريباً . ( راجع الخريطة الجيولوجية بآخر الكتاب ) .

ويوجد المعدن في جيوب وطبقات قليلة الامتداد تتخلل طبقة من الحجر الجيري التابع للعصر الكربوني . وقد رسب من مياه مشبعة به صعدت في غضون عصور قديمة في شقوق الفوالق التي انتابت القشرة الأرضية في هذه المناطق .

ويوجد للمنجنيز مختلطاً بكاسيد الحديد ومتوسط نسبته في الخام نحو ٣٥ في المائة .

وتقوم باستغلال هذا المعدن شركة كبيرة فتحت مناجم عديدة حول جبل أم بجمة وينقل الخام في عربات تسير على سلك معلق (Aerial Ropeway) يمتد فوق الجبال والوديان نحو عشرة كيلومترات إلى حافة الجبل (انظر الصورة الفوتوغرافية ببالوحة ٢٩) . ومن هناك بسكة حديدية خاصة بالشركة إلى الرفأ الواقع عند نقطة أبي زينة على مسافة ١٧ كيلومتراً من الجبل ومنها يشحن إلى ألمانيا والولايات المتحدة . وهناك شركة أخرى أصغر من الأولى لم تتعد أعمالها بعد درجة البحث ولو أن نوع المنجنيز الذي في أراضيها أجود من الأولى .

وقد بلغ مجموع ما صدر من هذا المعدن في غضون عام ١٩٢٨ نحو ١٣٧٥٠٠ طن .

ويستعمل المنجنيز في صناعة بعض أنواع الفولاذ الشديدة الصلابة. أما الأنواع الجيدة منه فتستهلك في العامل الكيميائي لتحضير غاز الأوكسيجين ولأغراض أخرى .

### المفرة

وهي نوع من أكاسيد الحديد ذات ألوان حمراء فاقمة أوقاتمة وأحيانا تكون صفراء .

وهي توجد في جيوب أوشقوق تتخلل طبقات الحجر الرملي النوبي أو الصخور النارية التي تحتها قرب أسوان .

وهي تستعمل في صناعة الأصباغ إما بمزجها بالزيت أو بالماء المضاف إليه الغراء . وكان قدماء المصريين يستعملون هذه الأصباغ كثيرا وفتحوا مناجم قرب أسوان لاستخراجها. وقد أعيد فتح هذه المناجم في السنين الأخيرة وبلغ مااستخرج منها عام ١٩٢٨ نحو ٩٤٤ طناً .

### الذهب

ليس الذهب الآن من المعادن الأساسية التي تقوم عليها الثروة المعدنية بالقطر المصري . على أنه في عهد قدماء المصريين كان للذهب المركز الأول بين المعادن المصرية وكانت مصر إذ ذاك هي المصدر الوحيد لهذا المعدن الثمين في العالم المعروف . وقد كان لمصر بفضل ذلك مركز ممتاز بين باقي الأمم المتمدينة . فكانت تقصدها البلاد الأخرى رجاء أن تحصل منها للموكلها وأمرائها على ما يحتاجون من هذا المعدن الثمين .

وكانت جهود المصريين التقدماء في البحث عن الذهب من الدقة بحيث لم يتركوا عرقا واحدا من الرواحل له الا فحصوه واستنبطوا منه ما كان يحتويه . وفي الواقع أن جميع مناجم الذهب المصرية التي استغلت في السنين الأخيرة لم تكن سوى

مناجم قديمة أعيد فتحها وتعميقها . ذلك لأن وسائل قدماء المصريين ما كانت لتسكنهم من التعمق لأكثر من ثلاثين مترا بينما وسائلنا الحديثة تسمح لنا بالتعمق لمئات الأمتار اذا اقتضى الحال ذلك .

على أن الخبرة يشؤون مناجم الذهب المصرية تشير حتى الآن الى أن الذهب في عروق المرو ليس بنسبة متناسقة . فقد يكون مركزا في جيوب وشقوق بينما باقى الصخر خلو منه خلوا تاما . كذلك تزيد نسبته في الأجزاء السطحية من العروق ويقل سريعا مع العمق . فاذا أضفنا الى ذلك العوامل السيئة المحيطة بتعدين الذهب في الصحارى المصرية حيث وسائل المواصلات معدومة وحيث لا ماء ولا وقود ولا عمال فهمنا السرّ في تهقر هذه الصناعة في الوقت الحالى .

ورغم ماتقدم فقد بُدِل مجهود قِيم في أوائل القرن الحالى واتجهت انظار شركات أجنبية عديدة نحو المناجم المصرية القديمة . ففحصت أغلبها وفتحت بعضها واستمر استغلالها في فترات مختلفة . على أنها جميعا تركت ولم تؤت الثمرة التى كان يرجوها مستغلوها . وأهم هذه المناجم التى أعيد فتحها في القرن الحالى مبينة في الكشف الآتى مع موجز عن حالة الاستغلال فيها وهى كلها فى الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية ( انظر صورة منجم عطا الله رقم ٢٨ باللوحة ٢٨ ) :-

اسم المنجم	مدة الاستغلال	قيمة مجموع ما استخرج من الذهب
البرامية	سنة ١٢	جنيه مصرى ١٥١٠٠٠
أم جريبات	٥	١٠٠٠٠٠
عطا الله	٤	٣٨٠٠٠
أم الروس	٢ ١/٢	٣٠٠٠٠
أم الطيور	١٣	٢٠٠٠٠

وقدّر مجموع ما استخرج من مناجم الذهب المصرية منذ عام ١٩٠٢ عند إعادة فتحها حتى عام ١٩٢٧ عند ترك آخرها نحو ٨٦٠٠٠ أوقية من الذهب تقدر قيمتها بنيف وثلثمائة ألف جنيه مصرى .

### المجهر الزخرفى والبناء

يمتاز القطر المصرى عن كثير من البلاد بكثرة ما به من أنواع الصخور المختلفة . وقد رأينا عند التكلم على الصخور كيف أن أغلب أنواعها من نارية وراسبة ومتحولة ممثلة بين التكاوين الجيولوجية المصرية .

وقد عرف قدماء المصريين كيف يستفيدون من هذه الثروة الصخرية العظيمة فلجأوا إليها فى إظهار عبقرتهم الفنية . فكانت لهم مهارة خاصة فى اقتلاع هذه الصخور وتهذيبها وصقلها وصنعوا منها المعابد والمياكل والتماثيل والأواني الزخرفية فجاءت كلها آية من آيات الفن القديم .

ولو أردنا أن نحصى أنواع ما استعملوه من هذه الصخور للأغراض المتقدمة لما وسعتنا صفحات هذا الكتيب على أن زيارة المتحف الآثار المصرية تكفى لأن يعلم الطالب بعظم هذه الثروة الصخرية .

ومن أكثر صخور الزخرفة شيوعاً :

- (١) الجرانيت من محاجر أسوان .
- (٢) البورفير الأرجوانى ( الحجر السماق الإمبراطورى ) من جبل الدخان .
- (٣) البريش الأخضر ( Breccia Verde Antico ) من وادى الحمامات .
- (٤) الديوريت من محاجر أسوان وغيرها بالصحراء الشرقية .
- (٥) الشيست من الصحراء الشرقية .
- (٦) الرخام من الصحراء الشرقية .
- (٧) الألباستر أو المرمر ( Alabaster ) من وادى سنور قرب نبي سويف .



على أن أغلب هذه الصخور في جهات محراوية نائية يتكلف اقتلاعها ونقلها نفقات لا تتناسب مع قيمتها في الأسواق الحالية .  
وستبقى مهمة حتى يتاح لهذه البلاد أن تنهض نهضة فنية تجعل من الميسور استغلال هذه الموارد استغلالاً رابحاً .  
أما أحجار البناء فكثيرة مختلفة وأكثرها استعمالاً : -

الأحجار الجيرية التي تقتلع من الهضاب المطلّة على وادى النيل من قنّه حتى القاهرة . ويمتاز بعضها عن البعض الآخر وأحسنها أحجار أثر النبي وجبل طره بمنطقة القاهرة ومن هذه الأخيرة اقلعت الأحجار التي بنيت منها أهرام الحيزة .  
ومن الأحجار الجيرية الجيدة التي تقتلع لاستعمالها في بناء بعض قناطر الرى الكبرى كقناطر أسيوط ونجع حمادى أحجار العيساوية بمديرية جرجا .  
وتستعمل مدينة الاسكندرية في مبانيها أحجاراً قليلة الصلابة يقتلعونها من محاجر قريبة من المكس والسخيلة .

وتوجد قرب السويس محاجر جبل العتاقة التي تمتاز بصلابتها وتستعمل في بناء حواجز الامواج وأرصفة قناة السويس .

الأحجار الرملية - وهذه تستعمل في مدينة أسوان وأحسن محاجرها قرب قرية السلسلة .

ومن المواد المستعملة في البناء : -

الرمل والحصى - وكلاهما يستخرج من محاجر في وادى النيل على حافة الصحراء وأحسن محاجرهما بالعباسية . كذلك توجد الرمال الجيدة في جزائر تظهر في مجرى النيل عقب هبوط ماء الفيضان .

والجبس المستعمل في صناعة المصيص لطلاء المنازل تستخرج أحسن أنواعه من مناطق قريبة من قناة السويس قرب فايد والبلاّح وكذلك بمنطقة مريوط غرب الاسكندرية وهو نتيجة رسوب من مياه بحيرات مالحة كانت تغطى هذه المناطق في العصور الجيولوجية المتأخرة .

ويوجد الجبس في طبقات رقيقة تعلو طبقات الحجر الجيري في الهضاب المحيطة بوادي النيل . كما انه يوجد في طبقة رقيقة على قاع بحيرة المنزلة .  
والباروت هو أحسن الأحجار المستعملة لرصف الطرق وذلك لشدة متانته . ويستخرج من محاجر قرب قرية أبو زعبل في جنوب الدلتا .  
أما الجراييت المعروف بأسوان فقد استعمل في السنين الأخيرة في بناء أساسات بعض القناطر والخزانات كخزان أسوان وقناطر اسنا ونجع حمادى . ومن أنواعه الدقيقة البورات تصنع المكعبات المستعملة لرصف بعض الطرق بمدينة الاسكندرية ولولا ثققات ثقله وعدم وجود العمال الماهرين في صناعته لا تنتشر استعماله وعمت فائده .








البحر الأبيض المتوسط

خريطة قطر العصور الحديثة

۲۳ ..... ۳۹

فَمِنْهُمْ نَكَاحُوا الْحُرَّ وَالْحُرَّةَ الْفِتْرَةَ

حطب النخلة والقمح	الحبوب الخفيفة والقابلة للتخمير
حطب الشعير والذرة	الحبوب الثقيلة التي لا تتخمّر بسهولة
	الآدمسج
حطب القمح المتوسط	الكثير من الحبوب (الخضراء)
	الحبوب من الذرة والشعير
حطب القمح الخفيف	الكثير من الحبوب
حطب الذرة	الكثير من الحبوب

  
Bibliotheca Alexandrina  
0278723